

Сразу после термической обработки образцы значительно потеряли в твердости, но после искусственного старения наоборот упрочнились. Один из образцов мы подвергли естественному старению в течении недели, значение твердости приблизительно совпадает с твердостью после искусственного старения.

Дело в том, что дюралюминий упрочняется термической обработкой, только после того из него можно изготавливать конструкции. Для этого мы провели исследование влияния разных режимов термической обработки и установили режим, обеспечивающий максимальную прочность.

На основе исследований можно сделать вывод, что оптимальным режимом термической обработки дюралюминия является закалка при 500 °С с последующим двухступенчатым искусственным старением, так как в этом случае металл становится наиболее твердым.

Таким образом, если при изготовлении панели прибора для огранки каландровых валов использовать дюралюминиевый сплав Д16, обработанный на максимальную твердость, можно сохранив прочность изделия, уменьшить его вес с 1600 до 550 г.

#### *Библиографический список*

1. Гуляев А.П. *Металловедение: учебник для вузов. 6-е изд., перераб. и доп.* М., 1986.
2. *Алюминиевые сплавы // Авиация: энциклопедия / Гл. ред. Г.П. Свищев.* М., 1994.
3. *Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений / Б.Н. Арзамасов, И.И. Сидорин, Г.Ф. Косолапов и др.; под общ. ред. Б.Н. Арзамасова.* 2-е изд., испр и доп. М., 1986.

УДК 676.056.314.2

Асп. Т.В. Калимулина  
Рук. Н.В. Куцубина  
УГЛТУ, Екатеринбург

### **МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ВАЛОВ БУМАГОДЕЛАТЕЛЬНЫХ МАШИН**

Основными элементами бумагоделательных машин (далее – БМ) являются валы. Некоторые валы имеют сложную, уникальную конструкцию и используются только в БМ [1].

Проблема обеспечения эффективной, надежной и безопасной эксплуатации оборудования становится весьма актуальной в связи с изменяющимися экономическими условиями и длительными сроками эксплуатации, износом основного технологического оборудования и невозможностью замены его новым.

Необходимость оценки технического состояния (далее – ТС) и прогнозирование остаточного ресурса (срока службы) валов БМ обусловлены большой их энергоемкостью, сложной конструкцией и значительным влиянием на надежность и эффективность работы, а также безопасность эксплуатации всей машины в целом.

Под остаточным ресурсом или остаточным сроком службы понимается продолжительность эксплуатации от определенного момента времени до достижения предельного состояния. При эксплуатации оборудования прогнозирование остаточного ресурса осуществляется для каждой машины и каждой ее составной части.

В настоящее время существует множество моделей для решения задач прогнозирования ресурса, отличающихся видом исходной информации, методами ее анализа, формой представления результатов. Применяются следующие прогнозные модели: ресурсная, силовая, или прочностная, диагностическая и экспертная. Исходя из случайного характера факторов, влияющих на техническое состояние оборудования, все модели принимаются вероятностными, характеризующимися соответствующим законом распределения остаточного ресурса и его параметров.

Для прогнозирования остаточного ресурса валов БМ наиболее предпочтительно использовать диагностическую модель. Прогнозирование ресурса дает возможность перехода от планово-предупредительной системы к организации ремонта и технического обслуживания с контролем параметров технического состояния.

Техническое состояние выявляется путем непосредственных измерений параметров ТС и по диагностическим признакам. Прогнозирование остаточного ресурса по диагностическим признакам ТС оборудования возможно при одновременном выполнении следующих условий:

- 1) имеется информация о математических моделях изменений структурных параметров ТС и их диагностических признаков во времени;
- 2) известны физические процессы, приводящие к ресурсным отказам;
- 3) для каждого структурного параметра ТС установлены предельные значения, достижение которых определяет величину ресурса по данному параметру;
- 4) имеется информация о связи (детерминированной или стохастической) между структурными параметрами и диагностическими признаками ТС;

5) зависимость между математическими ожиданиями структурных и диагностических признаков ТС является монотонной и непрерывной.

В общем виде связь между структурными параметрами ТС  $(x_1 \dots x_r)$  и диагностическими параметрами  $(y_1 \dots y_r)$  описываются регрессионными зависимостями:

$$x_1 = F_1(y_1 \dots y_e, a_{11} \dots a_{1e}) + \varepsilon_1;$$
$$x_2 = F_2(y_1 \dots y_2, a_{21} \dots a_{re}) + \varepsilon_2,$$

где  $F_i(y_1 \dots y_e, a_{21} \dots a_{re})$  – детерминированная функция;

$a_{1e} \dots a_{re}$  – коэффициенты детерминированной взаимнооднозначной зависимости;

$\varepsilon_i$  – случайная погрешность.

Важнейшим вопросом при прогнозировании ресурса является обоснованный выбор диагностических параметров. Это может быть, например, общий уровень вибросигнала в информативной полосе частот, спектр гармонических составляющих, величина ударных импульсов. Выбор диагностических параметров определяется решаемыми задачами:

1) обнаружения зависимости между моментом зарождения и развития дефекта на ранней стадии его проявления и моментом отказа механизма, вызванного последствиями развития этого дефекта;

2) выявления предаварийных состояний, когда дальнейшая эксплуатация узла может привести к отказам с катастрофическими последствиями [2].

При определении остаточного ресурса валов в связи с изменением скоростных режимов работы БМ следует учитывать изменение фактической нагруженности и напряженного состояния валов, а также изменение динамических характеристик валов (критических и собственных частот, частотных отношений), т. е. следует проводить еще и прогнозирование вибрационного состояния валов БМ.

#### *Библиографический список*

1. Кугушев И.Д. и др. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Бумаго- и картоноделательные машины: учебное пособие / Под ред. Н.Н. Кокушина, В.С. Курова. СПб., 2006.

2. Санников А.А., Куцубина Н.В. Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Проектирование, прогнозирование, оптимизация машин и оборудования лесного комплекса: учебное пособие. Екатеринбург, 2009.