

УДК 62-2:536.5

В.М. КРАВЧЕНКО, док. техн. наук, проф., Приазовский ГТУ ,Мариуполь,
В.А. СИДОРОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ ,. Донецк
В.В. БУЦУКИН, канд. техн. наук, доц., Приазовский ГТУ ,Мариуполь,

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ТЕМПЕРАТУРЫ УЗЛОВ МЕХАНИЗМОВ ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Розглянуті органолептичні методи контролю температури вузлів механізмів, показана можливість комплексного використання вказаних методів для вирішення задач, що виникають під час експлуатації обладнання.

Ключові слова: механізм, технічний стан, температура, органолептичні методи

Рассмотрены органолептические методы контроля температуры узлов механизмов, показана возможность комплексного применения этих методов для решения задач, возникающих при эксплуатации оборудования.

Ключевые слова: механизм, техническое состояние, температура, органолептические методы

The organoleptic methods of control of temperature of knots of mechanisms are considered, possibility of complex application of these methods is rotined for the decision of tass, arising up during exploitatin of equipment.

Keywords: mechanism, technical state, temperature, organoleptic methods

Введение

Материал, изложенный в статье, относится к области технической диагностики механического оборудования. Несмотря на распространение автоматизированных систем, контролирующих параметры оборудования, органолептические методы оценки его технического состояния остаются актуальным аспектом повседневной работы специалистов механослужб промышленных предприятий. Важность контроля температуры узлов обусловлена тем, что до 95% всех форм энергии, создаваемой и передаваемой машинами прямо или частично, превращается в тепловую энергию. Параметром теплового диагностирования является температура, отражающая протекание рабочего процесса и развитие целого ряда неисправностей.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами

Современное механическое оборудование, работающее в составе технологических линий промышленных предприятий, должно удовлетворять высоким требованиям надежности, в первую очередь показателям безотказности. Отказ одного из элементов приводит к остановке или нарушению технологического процесса. Поэтому, возникновение повреждения, предваряющее ускоренный износ элементов оборудования должно быть обнаружено и остановлено на самых ранних стадиях.

Решение данной задачи возможно при субъективном восприятии информации о техническом состоянии механического оборудования, или путем анализа объективной информации (значений диагностических параметров),

полученных приборными методами. Оптимальным является рациональное сочетание субъективного мнения и объективных данных о состоянии оборудования. И в том и в другом случае необходима высокая квалификация специалиста, принимающего решение о необходимости проведения ремонта. Практический опыт показывает, что невозможно заменить механика с его субъективизмом, основанном на знании особенностей эксплуатации и ремонта оборудования. Субъективное восприятие информации о техническом состоянии механического оборудования, базируется на использовании органолептического метода. Этот метод является первым уровнем решения задач диагностирования и позволяет повысить точность диагноза в случае использования приборных методов. Одним из наиболее давно и часто употребляющихся в различных отраслях промышленности направлений органолептического контроля является оценка температуры узлов механизмов [1-3].

Анализ исследований и публикаций

Описанию и анализу известных методов оценки температуры, включая органолептические, посвящено значительное количество публикаций, рассмотренных, например в [1-3]. Роль органолептических методов определения температуры узлов подчеркивается и в ряде нормативных документов, смотри, например [4]. Однако вопросу комплексного использования органолептических методов определения температуры узлов в практике работы механослужб промышленных предприятий, как отмечено в [3], до настоящего времени достаточного внимания не уделялось.

Постановка задачи

Целью настоящей работы является обобщение опыта в области органолептической оценки температуры узлов механического оборудования.

Изложение материала и его результаты

Органолептические методы основаны на анализе информации, воспринимаемой органами чувств без применения технических измерительных или регистрационных средств. Эта информация не может быть представлена в численном выражении, а основывается на ощущениях генерируемых органами чувств человека. Решение относительно объекта контроля принимается по результатам анализа чувственных восприятий. Поэтому точность метода зависит от квалификации, опыта и способностей лиц, проводящих диагностирование. Принятие решения имеет характер «соответствует – не соответствует» и определяется диагностическими правилами типа «если – то», имеющими конкретную реализацию для узлов механизма. Практически, происходит оценка состояния оборудования по двухуровневой шкале – продолжать эксплуатацию или необходим ремонт. Объем информации о техническом состоянии – минимально необходимый.

При оценке температуры узлов оборудования органолептическими методами применяются, обычно уровни «холодно», «тепло», «горячо». «Холодно» - температура менее $+20^{\circ}\text{C}$, «тепло» - температура $+30..40^{\circ}\text{C}$, «горячо» - температура свыше $+50^{\circ}\text{C}$. Возможно расширение диапазонов воспринимаемых температур.

Температура нагрева корпусов механизмов, как диагностический параметр,

имеет две особенности: появление некоторых видов неисправностей вызывает повышение температуры корпуса механизма; инерционность нагрева металлических деталей, корпусов и опор не позволяет использовать данный параметр для определения внезапных отказов и зарождающихся повреждений. Правила технической эксплуатации регламентируют предельную температуру корпусов подшипников, которая не должна превышать температуру окружающей среды более чем на 40°C и быть не выше $60 \dots 80^{\circ}\text{C}$. Для некоторых механизмов, имеющих циркуляционную систему смазки или охлаждения, оценивают разницу температур масла или воды на выходе и входе. Это позволяет контролировать тепловые процессы, общее состояние оборудования, а также степень его ухудшения. Обычно разница температур на выходе и входе не должна превышать $5 \dots 10^{\circ}\text{C}$.

Пределом для непосредственного восприятия является температура 60°C – выдерживаемая тыльной стороной ладони без болевых ощущений в течение 5 с. Использование дополнительных средств – брызг воды позволяет контролировать значения 70°C - видимое испарение пятен воды и 100°C - кипение воды внутри капли на поверхности корпусной детали.

Расширить диапазон субъективно воспринимаемых температур возможно при помощи зрительного восприятия используя цвета калия и цвета побежалости [2, 3].

Степень нагрева детали или заготовки при термической обработке, например во время закалки, может быть определена по цвету калия. Цвета калия и соответствующие температуры ($^{\circ}\text{C}$) для стальных изделий: темно-коричневый, слабое свечение в темноте – $530 \dots 580$; коричнево-красный – $580 \dots 650$; темно-красный – $650 \dots 730$; темно-вишневый-красный – $730 \dots 770$; вишнево-красный – $770 \dots 800$; светло-вишнево-красный – $800 \dots 830$; светло-красный – $830 \dots 900$; оранжевый – $900 \dots 1050$; темно-желтый – $1050 \dots 1150$; светло-желтый – $1150 \dots 1250$; ярко-желтый – $1250 \dots 1300$. Указанные цвета могут несколько изменяться по отношению к конкретным маркам сталей, однако характер изменения цветности остается неизменным. Цвета побежалости предоставляют информацию о степени нагрева детали во время поломки, перед отпуском или о перегреве детали во время сборки. Цвета побежалости углеродистой стали, не совпадают с цветами побежалости коррозионностойких и жаропрочных сталей. Это следует учитывать при различении температуры.

Оборудованием, позволяющим повысить точность определения температуры контролируемого объекта при субъективном восприятии являются термоиндикаторы (жидкокристаллические и плавящиеся) и термосвидетели. Жидкокристаллические термоиндикаторы – органические соединения, обладающие свойствами жидкости (текучесть) и твердого кристаллического тела (анизотропия, двойное лучепреломление). При изменении температуры жидкий кристалл меняет цвет. Выпускаются в виде пленок или жидких растворов. Плавящиеся термоиндикаторы выпускают в виде термокарандашей, термолаков, термопорошков. Изготавливаются на основе воска, стеарина, парафина или соединений серы, цинка, свинца (для высоких температур). На поверхности изделия термокарандашом наносят риску, которая плавится и меняет цвет при

достижении заданной температуры. Действие термолаков аналогично. Термосвидетели - комплект пластинок из металлов, плавящихся при различных температурах.

Из перечисленных выше органолептических методов оценки температуры как правило в комплексе применяется оценка при тактильном контакте с поверхностью узла и, после разборки дефектного узла, поиск цветов побежалости на поверхностях стальных деталей с целью выявления зон, являющихся источниками повышения температуры.

В качестве примера такого подхода можно привести случай из практической деятельности, связанный с поиском причин внезапного разрушения корпусов насосов на одном из промышленных предприятий (рис.1). После аварийной замены узлов было установлено, что к разрушению корпуса насоса привел выход из строя подшипника ведомого вала насоса с приводной стороны. Детального исследования дефектных узлов проведено не было. В процессе эксплуатации проведены две предупредительные замены этих же подшипников. Диагностические признаки – повышение температуры корпуса насоса в месте установки подшипников в сочетании с появлением резкого шума, зафиксированные органолептическими методами. Тщательный осмотр промытых дефектных подшипников показал разрушение сепаратора в сочетании с наличием на его поверхности цветов побежалости (рис.2), свидетельствующих о явном перегреве узла. Возник естественный вопрос – перегрелся ли подшипник после разрушения сепаратора из-за какого-либо механического воздействия или разрушение сепаратора стало следствием перегрева подшипника? С целью установить первопричину этого явления проведен анализ технической документации насоса и принятых на предприятии правил его эксплуатации.



Рис.1 Разрушение корпуса насоса



Рис. 2 Цвета побежалости на сепараторе разрушенного подшипника

Анализ показал, что однотипное повреждение подшипников ведомого вала с приводной стороны нескольких насосов является следствием конструкторской ошибки. Конструкция подшипникового узла ведомого вала насоса предполагает смазывание путем разбрызгивания масла при помощи диска. Со стороны насоса осуществляется подача инертного газа для уплотнения вала. Подшипник на высокой частоте вращения работает как насос, отбрасывая частицы смазочного материала от себя. Создаваемая взвесь масляных частиц из-за этого не проникает к уплотнению вала. При износе уплотнения, из-за недостаточного смазывания,

возможно появление дополнительного потока газа препятствующего попаданию масла в подшипник. В результате подшипник остается без смазки и неравномерное распределение сил трения между телами качения приводит к разрушению сепаратора и перегреву подшипникового узла. Таким образом, в результате комплексного применения органолептических методов оценки технического состояния узлов и анализа конструкции и условий эксплуатации была установлена последовательность развития отказа:

- недостаток смазочного материала приводит к нагреву тел качения;
- уменьшается радиальный зазор с одновременным повышением температуры;
- повышение коэффициента трения создает условия для неравномерного распределения нагрузки между телами качения, заклиниванию тел качения;
- появляются продольные силы, приводящие к разрыву сепаратора.

Принятые на предприятии организационные меры в сочетании с изменением конструкции подшипникового узла позволили избежать в дальнейшем появления вышеописанных крайне опасных аварийных ситуаций при эксплуатации насосов.

Выводы и направление дальнейших исследований

1. Выполнен анализ известных органолептических методов оценки температуры узлов механического оборудования промышленных предприятий.
2. На основе практического примера показано, что применение органолептических методов оценки температуры в сочетании с комплексной оценкой условий эксплуатации и конструкции узлов позволяет принимать подтверждаемые практикой решения по улучшению работы оборудования и устранению причин опасных аварий.
3. Необходима разработка типовых процедур обследования дефектного и эксплуатирующегося оборудования с использованием, в том числе, органолептических методов, для предприятий, слабо оснащенных современными системами технической диагностики что позволит, в ряде случаев, повысить уровень культуры эксплуатации и понизить эксплуатационные расходы без существенных капитальных вложений.

Список літератури: 1. *Биргер И. А.* Техническая диагностика. - М.: Машиностроения, 1978. - 240 с. 2. *Голуб Е. С., Мадорский Е. З., Розенберг Г. Ш.* Диагностирование судовых технических средств: Справочник.- М.: Транспорт, 1993.- 150 с. 3. *Кравченко В.М., Сидоров В.А., Седуш В.Я.* Техническое дагностирование механического оборудования.- Донецк: «Юго-Восток», 2009.- 459 с. 4. *Правила* технической эксплуатации механического оборудования машин непрерывного литья заготовок. – М.: Металлургия, 1991. – 216 с.

Поступила в редколлегию 11.05.2011

УДК 629.3.015.5

Б.М. ШИФРИН, канд. техн. наук, доц., Государственная летная академия, Кировоград

МОДЕЛЬ КОЛЕБАНИЙ ШИММИГЕННОГО ШАССИ

Запропонована математична модель для опису коливань підвіски шасі пневмоколісної машини. Модель справедлива при певних режимах руху колеса і враховує бічну швидкість корпусу машини. Розглянутий приклад. Ключові слова: коливання, шасі, пневмоколісна машина.