

УДК 53.087

И.Д. Богомолов, д-р техн. наук, проф., **М.Ю. Дрыгин**, асп., Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово

E-mail: mike.drygin@gmail.com

Точки измерения температуры основных узлов экскаватора типа ЭКГ

Рассматривается проблематика контроля температуры узлов основных агрегатов экскаватора. Представлена предлагаемая схема расположения датчиков температуры, также предложены способы крепления температурных датчиков. Рассмотрена схема построения системы температурного контроля на базе I-Wire сети.

Ключевые слова: температура, экскаватор, точки контроля, расположение датчиков.

I.D. Bogomolov, M.Yu. Drygin

Points Measurement Temperature of the Basic Units a Dredge

In given clause the problematic the control of temperature units the basic units dredge is considered. The offered circuit an arrangement gauges temperature is submitted, also is offered ways fastening temperature gauges. The circuit construction system of the temperature control on base I-Wire of a network is offered.

Keywords: temperature, dredge, points of the control, arrangement gauges.

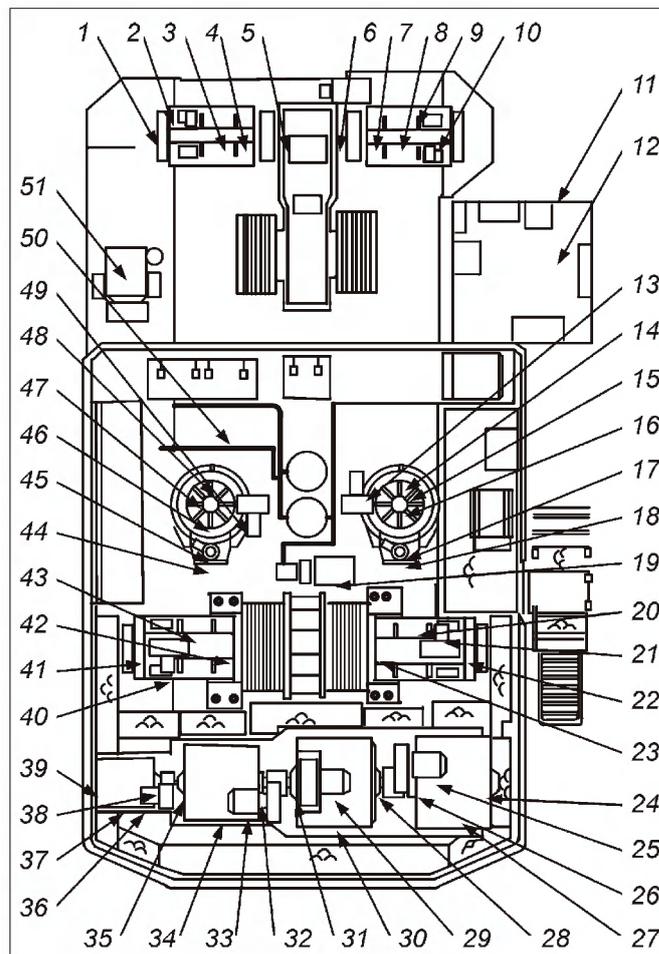
В настоящее время применение систем контроля температуры получает все большее распространение. Вопросы снижения себестоимости товаров выходят в первый ряд по значимости. Все более дорогие технологичные и сложные машины идут на замену устаревшим архаичным конструкциям. Однако только в Кузбассе работают более 700 экскаваторов, выработавших ресурс, заложенный заводом-изготовителем, или подходящих к этой черте. Поэтому на первый план выходит обеспечение безаварийной работы таких машин. Решением данного вопроса может являться применение стационарных систем контроля. *Стационарные системы подразделяются на два вида – собственно стационарные системы, которые постоянно работают на одной и той же машине, их датчики стационарно закреплены обычно резьбовым соединением, кабельные трассы проложены в кабель-каналах. Второй тип систем – стендовые системы, обычно ими комплектуются испытательные стенды. В таких системах датчики устанавливаются на машину только на период испытаний. В любом типе стационарных систем все измерения проводятся автоматически, система сама следит за режимами работы оборудования, переключает*

каналы, в зависимости от обнаруженных дефектов регулирует частоту измерений и контроля состояния оборудования. В то же время в любой момент оператор может провести любое измерение по требованию и дополнительный анализ данных.

Температура, являясь одним из характерных параметров контроля работы электрических машин, дает нам представление о режиме его работы, режиме охлаждения и о множестве других параметров механизма как основных, так и косвенных. Системы температурного контроля применяются для обеспечения работоспособности ответственных узлов машин и контроля технологических параметров. В настоящее время существует множество видов приборов и приспособлений как для записи, так и графического отображения температуры различных подвижных и неподвижных систем. *Их можно разделить на несколько основных типов: системы контроля и записи и системы графического отображения, которые в свою очередь бывают переносными и стационарными. В настоящее время применение систем контроля температуры для экскаваторного парка ограничивается использованием переносных приборов,*

Рис. 1. Расположение точек контроля температуры:

1 – подшипник левого двигателя напора со стороны коллектора; 2 – обмотка двигателя вентилятора обдува напорного двигателя; 3 – обмотка подъемного двигателя; 4 – подшипник левого двигателя напора со стороны муфты; 5 – левый подшипник быстроходного вала первой передачи лебедки напора; 6 – правый подшипник быстроходного вала первой передачи лебедки напора; 7 – подшипник правого двигателя напора со стороны муфты; 8 – обмотка правого двигателя напора; 9 – обмотка двигателя вентилятора обдува правого напорного двигателя; 10 – подшипник правого двигателя напора со стороны коллектора; 11 – окружающая среда; 12 – кабина машиниста; 13 – обмотка двигателя вентилятора обдува правого двигателя поворота; 14 – нижний подшипник правого двигателя поворота; 15 – обмотка правого двигателя поворота; 16 – верхний подшипник правого двигателя поворота; 17 – масляная ванна правого редуктора поворота; 18 – двигатель маслососа правого редуктора поворота; 19 – двигатель компрессора; 20 – обмотка правого двигателя подъема; 21 – обмотка двигателя вентилятора обдува правого двигателя подъема; 22 – подшипник со стороны коллектора правого двигателя подъема; 23 – подшипник со стороны лебедки правого двигателя подъема; 24 – подшипник генератора подъема со стороны коллектора; 25 – обмотка двигателя вентилятора обдува генератора подъема; 26 – подшипник генератора подъема со стороны сетевого двигателя; 27 – обмотка генератора подъема; 28 – подшипник сетевого двигателя со стороны генератора поворота; 29 – обмотка двигателя вентилятора обдува сетевого двигателя; 30 – обмотка сетевого двигателя; 31 – подшипник сетевого двигателя со стороны генератора поворота; 32 – подшипник генератора поворота со стороны сетевого двигателя; 33 – обмотка двигателя обдува генератора поворота; 34 – обмотка генератора поворота; 35 – подшипник генератора поворота со стороны генератора напора; 36 – обмотка двигателя вентилятора обдува генератора напора; 37 – обмотка генератора напора; 38 – подшипник генератора напора со стороны генератора поворота; 39 – подшипник генератора напора со стороны коллектора; 40 – обмотка двигателя вентилятора обдува левого двигателя подъема; 41 – подшипник левого двигателя подъема со стороны коллектора; 42 – подшипник левого двигателя подъема со стороны лебедки; 43 – обмотка левого двигателя подъема; 44 – масляная ванна левого редуктора поворота; 45 – двигатель маслососа левого редуктора поворота; 46 – верхний подшипник левого двигателя поворота; 47 – обмотка левого двигателя поворота; 48 – нижний подшипник левого двигателя поворота; 49 – обмотка двигателя вентилятора обдува левого двигателя поворота; 50 – машинное отделение; 51 – трансформатор собственных нужд



в свою очередь приводит к деградации тел и дорожек качения. Несвоевременная остановка машины и непроведение ревизии данного узла могут привести к его полному разрушению либо износу посадочных мест подшипника, а также его привариванию к валу. Последствия такого износа плачевны, необходим дорогостоящий ремонт иногда с заменой вала. В настоящее время системы контроля температуры в режиме реального времени на экскаваторах производства Ижорских заводов и Уралмаш применяются, и поэтому нами был разработан стационарный комплекс для контроля и регистрации значений температуры. При анализе работы экскаватора были выявлены характерные точки для контроля температуры подшипниковых узлов, электрических обмоток электрогенераторов и электродвигателей, температуры трансформатора собственных нужд и масляных ванн редукторов.

На рис. 1 представлено расположение точек контроля температур. Их выбор осуществлялся исходя из опыта тепловизионных обследований и статистического анализа выхода из строя узлов и агрегатов экскаватора. Для крепления датчика

таких как тепловизор и пирометр, не нашедших широкого применения: первый из-за недостаточности квалифицированного персонала, второй из-за ограниченности возможностей и цикличности проведения осмотров.

Внедрение систем контроля в режиме реального времени позволяет сократить простои оборудования, уменьшить затраты на ремонт и увеличить коэффициент использования рабочего времени. Анализ температурных трендов подшипника дает возможность своевременно принять решение о его замене, необходимости ремонта или технического обслуживания. Ни для кого не секрет, что своевременная замена смазки может продлить жизнь подшипника вдвое, ведь при возникновении разрушения происходит смешивание частиц подшипника со смазкой, что

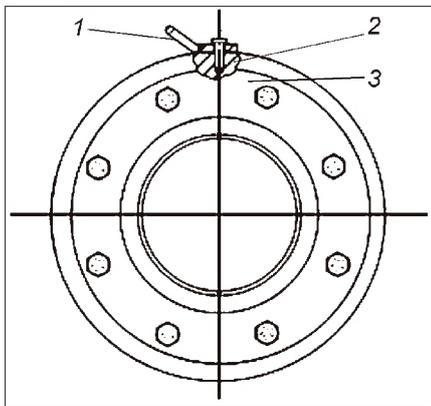


Рис. 2. Крепление датчика температуры на подшипниковых узлах:
1 – датчик температуры; 2 – болт крепления датчика; 3 – корпус подшипника

температуры на подшипниковых узлах лебедок, двигателей и корпусах приводных двигателей и генераторов используется болтовое соединение (рис. 2). При монтаже датчика подготавливается плоская площадка (10 мм²), очищенная до основного слоя металла от оксидов и краски. На данной площадке сверлится отверстие диаметром 7,5 мм, глубиной 15 мм (рис. 3). В нем нарезается резьба М8 на глубину 10 мм. Датчик температуры закрепляется на площадке посредством болта М8×10.

Крепление датчиков температуры электрических обмоток двигателей вентиляторов обдува осуществляется через переходную площадку (рис. 4), изготовленную из стали, имеющей резьбовое отверстие М8×10 мм. Площадка закрепляется болтовым соединением со стандартным отверстием в корпусе электродвигателя под рым-болт.

Анализ возможных компонентных систем показал, что для создания сети мониторинга наиболее целесообразно использовать сети *1-Wire*, признанной международным стандартом. Нет практически ни одного универсального микроконтроллера, применение которого не обсуждалось бы на базе мастера *1-Wire*-линии [8].

1-Wire-net представляет собой информационную сеть, использующую для осуществления цифровой связи одну линию данных и один воз-

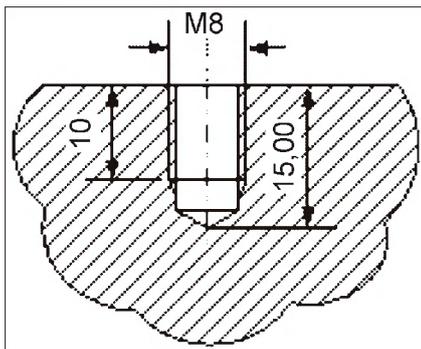


Рис. 3. Резьбовое отверстие для крепления датчика температуры на подшипниковых узлах лебедок, двигателей и корпусах приводных двигателей и генераторов

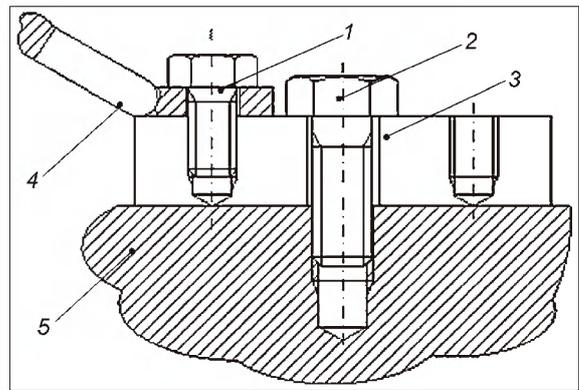


Рис. 4. Крепление датчика температуры на двигателях вентиляторов обдува:
1 – болт крепления датчика; 2 – болт крепления переходной пластины; 3 – переходная пластина; 4 – датчик температуры; 5 – корпус электродвигателя

вратный (или земляной) провод. Таким образом, для реализации среды обмена этой сети могут быть применены даже доступные кабели, содержащие неэкранированную витую пару. Такие кабели при их прокладке не требуют наличия какого-либо специального оборудования, а ограничение максимальной длины однопроводной линии регламентировано разработчиками на уровне 300 м [9].

Основной архитектуры *1-Wire*-сетей является топология общей шины, когда каждое из устройств подключено непосредственно к единой магистрали, без каких-либо каскадных соединений или ветвлений. При этом в качестве базовой используется структура сети с одним ведущим или мастером и многочисленными ведомыми. Хотя возможен ряд специфических приемов организации работы однопроводных систем в режиме мультимастера.

Применение цифровых сигналов позволяет обеспечить необходимую точность и допустимую погрешность. На рис. 5 представлено расположение элементов комплекса контроля температуры.

Данная сеть в условиях высоких электромагнитных помех, вибрации, перепада температур показала себя с наилучшей стороны. Важнейшими достоинствами можно назвать простоту монтажа, надежность, достоверную точность измеряемых параметров температур и возможность достаточно просто, без внесения каких-либо изменений в существующую сеть проводить ее расширение. Все это позволяет проводить внедрение высокоэффективной и высоконадежной системы контроля за работой узлов и агрегатов экскаватора, в итоге добиться снижения аварий-

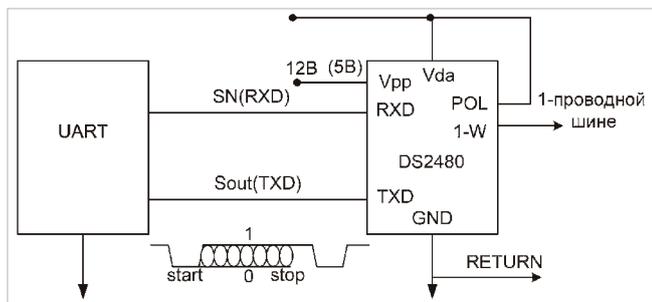


Рис. 7. Схема подключения 1-проводной шины к UART с помощью DS2480

лу *1-Wire*. Выходной ключ прибора может устанавливаться на положения "открыто" или "закрыто" в независимости от количества микросхем, подключенных к линии; соответственно выходные данные с каждого датчика могут быть считаны отдельно. Схема, эквивалентная ключу DS2405, приведена на рис. 8.

Узлы 1.1; 1.2; 2.1; 2.2 (см. рис. 6) представляют собой блок цифровых электронных устройств семейства ML-20, выполняющих функции ведомых элементов цифровых термометров DS18B20 [8]. Диапазон измеряемых температур от -55 до $+125$ °C. Абсолютная погрешность преобразования меньше $\pm 0,5$ °C в диапазоне контролируемых температур $-0...+70$ °C. Результирующее значение температуры считывается как девятиразрядное слово и с помощью специальной программной обработки позволяет достигнуть разрешающей способности преобразования $0,01$ °C. Типовое время полного преобразования ~ 500 мс. Данные устройства сохраняют все электрические характеристики и функциональные особенности однопроводных компонентных сетей. В данной микросхеме имеется энергонезависимая память, что позволяет вводить установки верхнего и нижнего порогов предельных значений температуры. Кроме этого, термометр содержит встроенную логику приори-



Рис. 8. Схема коммутации ветвей сети *1-Wire*

тетов сигнализаций [9]. Эта микросхема имеет 64-разрядный регистрационный номер и обеспечивает возможность работы без внешнего источника питания за счет питания *1-Wire*-линии. При необходимости (длинные сети, большое количество датчиков) питание на микросхемы подается через отдельный ввод с напряжением $4,5...5,5$ В. Сам термометр размещается в 16-выводном либо транзисторном корпусе PR-35. Для данной сети использован тонкий коаксиальный кабель, относящийся к группе RG-58, с волновым сопротивлением 50 Ом.

В настоящее время стационарная система контроля температуры проходит испытание на экскаваторе ЭКГ-10 "Краснобродского угольного разреза". На первых этапах испытаний были выявлены такие достоинства системы, как быстродействие, удобство монтажа и простота расширения (увеличения количества каналов). Применение данной системы позволило значительно снизить вибронегативность рабочего места за счет ввода электрических машин в оптимальный температурный режим, так как появилась возможность контролировать их температуру и давать рекомендации машинисту по отключению системы принудительного охлаждения тогда, когда в них нет необходимости.

Список литературы

1. Подольский М.Е. Подшипники качения. Л., 1968.
2. Котеленец Н.Ф., Кузнецов Н.Л. Испытания и надежность электрических машин. М.: Высш. шк., 1988. 154 с.
3. Влияние температуры на срок службы изоляции электродвигателей [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://elektroportal.ru/articles/art-69-2.html>, свободный.
4. ГОСТ 8865–93. Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация. М.: Изд-во стандартов, 1995. 8 с.
5. ГОСТ 183–74. Машины электрические вращающиеся. Общие технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1993. 42 с.
6. Исследование теплового режима электродвигателя: Лаб. работа/сост. А.М. Глушков; Волгогр. с.-х. ин-т. Волгоград, 1993. 15 с.
7. Шнейдер П. Инженерные проблемы теплопроводности. М.: Изд-во иностр. лит., 1960. 478 с.
8. Применение 1-Wire. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://d.17-71.com/2007/10/16/primenenie-1-wire/>, свободный.
9. Основы построения сетей MicroLAN. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.chipinfo.ru/literature/chipnews/200006/14.html>, свободный.



Рис. 5. Расположение элементов комплекса контроля температуры

ности. Схема пилотного проекта представлена на рис. 6.

Базовый блок включает в себя промышленный компьютер в защищенном исполнении и драйвер DS2480. Для сопряжения компьютера с 1-проводной шиной через последовательный порт и для работы через интерфейс RS-232 используется драйвер DS2480, который напрямую подключается к асинхронному последовательному порту (UART), соответственно поддерживающему 5В RS-232C интерфейс. Микросхема про-

изводит обмен данных на скоростях 115,2, 57,6, 19,2 и 9,6 Кбит/с. На рис. 7 представлена схема подключения 1-проводной шины непосредственно к асинхронному порту.

Для ветвления сети (разветвители 1, 2, см. рис. 6) используется адресуемый ключ DS2405, представляющий собой полевой транзистор с открытым стоком и выходным током 4 мА, переключающийся при совпадении 64-битного регистрируемого номера с передаваемым адресом. Связь осуществляется по стандартному протоко-

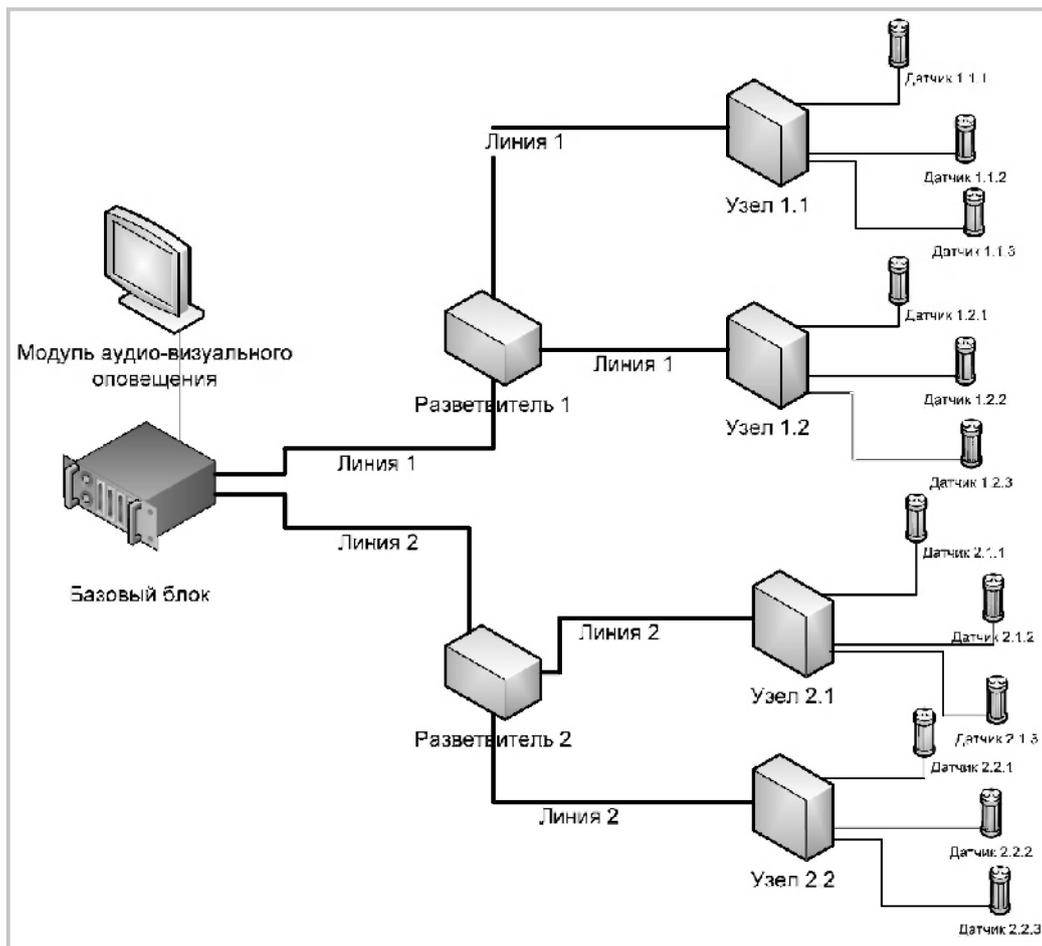


Рис. 6. Принципиальная схема пилотного проекта комплекса (СДК)

Учредитель издательство "НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"

Главный редактор
КАНТОВИЧ Л.И.

Зам. гл. редактора
ИВАНОВ С.Л.
ЛАГУНОВА Ю.А.

Редакционный совет:

КОЗОВОЙ Г.И.
(сопредседатель)
ТРУБЕЦКОЙ К.Н.
(сопредседатель)
АНТОНОВ Б.И.
ГАЛКИН В.А.
КОЗЯРУК А.Е.
КОСАРЕВ Н.П.
МЕРЗЛЯКОВ В.Г.
НЕСТЕРОВ В.И.
ЧЕРВЯКОВ С.А.

Редакционная коллегия:

АНДРЕЕВА Л.И.
ГАЛКИН В.И.
ГЛЕБОВ А.В.
ЕГОРОВ А.Н.
ЕДЫГЕНОВ Е.К.
ЖАБИН А.Б.
ЗЫРЯНОВ И.В.
КАРТАВЫЙ Н.Г.
КРАСНИКОВ Ю.Д.
КУЛАГИН В.П.
МАХОВИКОВ Б.С.
МИКИТЧЕНКО А.Я.
МЫШЛЯЕВ Б.К.
ПЕВЗНЕР Л.Д.
ПЛЮТОВ Ю.А.
ПОДЭРНИ Р.Ю.
САВЧЕНКО А.Я.
САМОЛАЗОВ А.В.
СЕМЕНОВ В.В.
СТАДНИК Н.И.
СТРАБЫКИН Н.Н.
ХАЗАНОВИЧ Г.Ш.
ХОРЕШОК А.А.
ЮНГМЕЙСТЕР Д.А.

Редакция:

ДАНИЛИНА И.С.
КАРТАВАЯ Н.В.

Телефоны редакции:

(499) 269-53-97, 269-55-10

Факс (499) 269-55-10

E-mail: gma@novtex.ru

<http://novtex.ru/gormash>

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

- Андреева Л.И., Лапаева О.А., Красникова Т.И.** РУДНИК БУДУЩЕГО: проекты, технологии, оборудование. Итоги V Международной научно-практической конференции (г. Пермь, октябрь 2009 г.).
Часть I 2
- Брук М.Л., Федоров Л.Н.** Анализ возможных путей развития горного машиностроения 15

ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

- Носенко А.С., Хазанович В.Г., Каргин Р.В., Филоненко А.А.** Экспериментальные исследования формирования производительности шахтных проходческих машин 19
- Каргин Р.В., Носенко А.С., Хазанович В.Г., Филоненко А.А.** Средства призабойного транспорта для крепких сыпучих материалов 23

ОТКРЫТЫЕ РАБОТЫ

- Соловьёв Д.Б.** Особенности эксплуатации экскаваторного парка в условиях юга Дальнего Востока России 29

БУРОВЫЕ РАБОТЫ

- Богомоллов И.Д., Дрыгин М.Ю.** Точки измерения температуры основных узлов экскаватора типа ЭКГ 32
- Дойников Ю.А., Беляев А.Е., Страбыкин Н.Н., Красноштанов С.Ю.** Разработка параметрического ряда буровых долот режущего и комбинированного типов 37

ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

- Степанов А.Г.** Роторные сопротивления и динамические процессы при пуске асинхронного двигателя шахтной подъемной установки 42

НАДЕЖНОСТЬ. ДИАГНОСТИКА

- Сергеев В.Ю.** Средства неразрушающего контроля для диагностики состояния узлов и агрегатов горного оборудования 51

ИНФОРМАЦИЯ

- Вышла** новая версия TRIM-PMS с типовой платформой для управления ТОиР 56

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, и входит в систему Российского индекса научного цитирования.

Вышла новая версия TRIM-PMS с типовой платформой для управления ТОиР

НПП СпецТек объявляет о выходе новой версии системы TRIM-PMS как о типовой платформе для организации управления техническим обслуживанием и ремонтами на предприятиях с небольшими ремонтными (сервисными) службами.

Программно-методический комплекс TRIM-PMS разработан компанией НПП СпецТек на основе возможностей EAM/MRO-системы TRIM (www.trim.ru), и впервые предложен заказчикам в октябре 2005 г. Сектор рынка, на который изначально ориентирован продукт, – это экономичные внедрения информационных систем управления техническим обслуживанием и ремонтами (ИСУ ТОиР) на предприятиях с относительно небольшими ремонтными (сервисными) службами. Объектами управления в TRIM-PMS являются процессы ТОиР, которые можно назвать типовыми, так как они весьма похожи на предприятиях целевой группы заказчиков. Под эти процессы комплекс TRIM-PMS предоставляет предприятию стандартные средства управления – сетевое программное обеспечение TRIM с фиксированными на уровне достаточности функциями и заранее отлаженными настройками («коробочный» продукт), стандартные инструменты анализа системы ТОиР, методическую документацию.

Новая версия TRIM-PMS осталась «коробочным» продуктом, она унаследовала все функции предыдущей версии, такие как учет и паспортизация оборудования, формирование планов-графиков ТОиР, учет и заказ запчастей, регистрация состояния оборудования, формирование складских документов, анализ планов и результатов ТОиР, управление документацией и т.д. Заказчики по-прежнему имеют возможность выполнить внедрение TRIM-PMS своими силами, по имеющимся руководствам, ограничившись только затратами на покупку лицензий.

Дополнительно, в новую версию TRIM-PMS из базового продукта (EAM/MRO-система TRIM) перенесена функциональность, связанная с регистрацией, классификацией, обработкой и анализом дефектов. В этой связи в TRIM-PMS обеспечена поддержка таких сущностей, как «дефект», «повреждение», «отказ», «риск». Концептуальные изменения в новой версии TRIM-PMS состоят в том, что:

- в новой версии документирована и реализована типовая модель системы ТОиР, разработанная НПП СпецТек для целевой группы заказчиков TRIM-PMS;
- под эту модель разработан типовой регламент использования ИСУ ТОиР;
- переработан и дополнен набор отчетных форм для организации и проведения ТОиР;
- определены и измеряются показатели эффективности KPI, с отображением их в аналитических отчетах, также дополнивших новую версию;
- логически завершает всю последовательность действий пользователей предлагаемое руководство по оценке и анализу системы ТОиР по показателям KPI.

В доработке инструментов анализа акцент сделан на увеличение наглядности, использование в отчетах графиков и диаграмм. Состав документации TRIM-PMS пополнился еще четырьмя брошюрами для пользователей. Новая версия TRIM-PMS работает в связке со свободно распространяемой СУБД MS SQL Server Express.

Заказчики могут воспользоваться рекомендуемой в TRIM-PMS концепцией и использовать новую версию продукта как готовую платформу для организации управления техническим обслуживанием и ремонтами на своих предприятиях. Разработчик гарантирует, что использование ИСУ ТОиР согласно регламенту даст руководству предприятия объективные численные значения показателей KPI, характеризующих работоспособность оборудования (MTTR, MTBF и др.), эффективность планирования ТОиР, затраты на ТОиР. Внедрение новой версии TRIM-PMS с участием НПП СпецТек или его партнеров допускает реализацию дополнительных показателей работоспособности оборудования OEE за счет включения в TRIM-PMS соответствующей функциональности из EAM/MRO-системы TRIM.

ООО "Издательство "Новые технологии", 107076, Москва, Стромьинский пер., 4

Дизайнер Т.Н. Погорелова. Технический редактор Т.И. Андреева. Корректоры Л.И. Сажина, Л.Е. Сотошкина

Сдано в набор 20.11.09 г. Подписано в печать 15.01.10 г. Формат 60×88 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 6,86. Уч.-изд. л. 7,32. Заказ 18. Цена свободная.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-19854 от 15 апреля 2005 г.

Отпечатано в ООО "Подольская Периодика". 142110, Московская обл., г. Подольск, ул. Кирова, 15.