DOI: 10.26730/2618-7434-2018-3-19-28

УДК 681.518.43

ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ, ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ГОРНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Герике Б.Л.[1], Сушко А.Е.[2], Герике П.Б.[1]

[1] Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН
[2] НПО «Диагностические технологии»

Аннотация.
В статье рассмотрены вопросы организации единого технологического пространства для технической диагностики, обслуживания и ремонта горной техники. Для информационной поддержки управленческих задач в области организации технического обслуживания и ремонта, а также для автоматизации операций, выполняемых персоналом на предприятиях, используются модули систем Enterprise Resource Planning, или специализированные программные продукты (системы Enterprise Asset Management, Computerized Maintenance Management System). В основу цифровой технологии, связывающей все службы, связанные с производством, диагностикой технического состояния, обслуживанием и ремонтом горного оборудования, положен программный комплекс SAFE PLANT, обеспечивающий глобальность, масштабируемость, универсальность, интегрируемость, модульность, распределенность и функциональность. В статье отражены результаты внедрения системы на промышленном предприятии.

Информация о статье
Принята 21 октября 2018 г.

Ключевые слова: Цифровые технологии, производство, техническая диагностика, обслуживание, ремонт, горные машины и оборудование.

INTRODUCTION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE FIELD OF TECHNICAL DIAGNOSTICS, MAINTENANCE AND REPAIR OF MINING MACHINERY AND EQUIPMENT

Boris Gerike[1], Andrew Sushko[2], Pavel Gerike[1]

[1] Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН
[2] НПО «Диагностические технологии»

Abstract.
The article deals with the organization of a single technological space for technical diagnostics, maintenance and repair of mining equipment. For informational support of management tasks in the field of organization of maintenance and repair, as well as for automation of operations performed by personnel at enterprises, modules of Enterprise Resource Planning systems or specialized software products (Enterprise Asset Management systems, Computerized Maintenance Management System) are used. The basis of digital technology, connecting all services related to the production, diagnostics of the technical condition, maintenance and repair of mining equipment, is based on the software package SAFE PLANT, which provides globalization, scalability, versatility, integrability, modularity, distribution and functionality. The article reflects the results of the introduction of the system in an industrial enterprise.

Article info
Received October 21, 2018

Keywords: Digital technologies, production, technical diagnostics, maintenance, repair, mining machines and equipment.

Введение.

В настоящее время на промышленных предприятиях в силу целого ряда объективных причин пристальное внимание уделяется вопросам повышения надежности, эффективности эксплуатации и ремонта технологического оборудования. Особенно остро эти вопросы стоят

DOI: 10.26730/2618-7434-2018-3-19-28

на опасных производственных объектах, к которым, безусловно, относятся объекты угольной и горнорудной промышленности. Это связано с тем, что изменяются подходы к эксплуатации горношахтного и горнотранспортного оборудования, усложняется сама техника и технологические процессы ее эксплуатации, ужесточаются требования промышленной и экологической безопасности. Большое количество разнообразных агрегатов, входящих в это оборудование, имеют скрытый характер зарождения и развития неисправностей, накопленных за долгие годы его эксплуатации, что нередко является причинами аварийных ситуаций, которые могут сопровождаться значительным экономическим и социальным ущербом, а также загрязнением окружающей среды. Ряд аварий и техногенных катастроф различного масштаба последних лет [1] заставляют по-новому переосмысливать требования к достоверности оценки текущего состояния оборудования и определению его остаточного ресурса с учетом последних достижений науки в области технической диагностики [2, 3].

С другой стороны, большинство предприятий в условиях экономии средств и сокращения бюджета сталкивается с суровой необходимостью уменьшения затрат, в том числе на модернизацию производства, техническое обслуживание и ремонт основного и вспомогательного оборудования. Вместе с тем большая доля эксплуатируемого оборудования имеет общую изношенность узлов и агрегатов, часть которых в значительной степени уже исчерпала остаточный ресурс [4]. В данных условиях особенно важно, чтобы решения о минимизации затрат принимались без ущерба надежности эксплуатации оборудования. Это становится возможным только при наличии достоверной информации о текущем техническом состоянии, полученной с использованием различных методов технической диагностики [5-9]. На любом современном промышленном предприятии самое пристальное внимание уделяется вопросам повышения рентабельности производства за счет эффективного управления производственными активами с использованием оптимальной стратегии технического обслуживания и ремонта. Опыт отечественных и зарубежных промышленных предприятий показывает, что оправданное сокращение затрат на ТОиР без снижения надежности эксплуатации оборудования достигается только при помощи комплексного внедрения современных методов диагностирования.

Новым этапом развития системы ТОиР на предприятиях может стать внедрение глобальной общезаводской системы управления основными фондами Oracle. Помимо модулей, отвечающих за финансы, склад и персонал, в состав данной EAM-системы вошел модуль TOPO для планирования сроков и объемов ремонтных работ. Этот модуль обеспечивал автоматизацию процессов организации ТОиР, позволял проводить статистический анализ ремонтных мероприятий и выбирать наиболее экономически эффективные формы ТО. Исходной информацией для принятия решений с использованием модуля TOPO являются сведения об актуальном техническом состоянии основных производственных активов и результаты диагностирования с оценкой информации о текущем состоянии оборудования, выяснением причин возникновения отказов и внеплановых простоев, анализом фактических сроков и объемов проводимых мероприятий ТОиР и пр. Однако внедрение в производство новых приборов зарубежных производителей (Pruftechnik, CSI и пр.) не решает существующих проблем. Благодаря превосходным техническим характеристикам данные приборы позволили с высокой достоверностью выявлять неисправности отдельных механизмов на ранних стадиях их развития, однако, ввиду закрытых протоколов обмена, результаты измерений не могли быть экспортированы в существующие базы, входящие в модуль TOPO EAM-системы Oracle.

Материалы и методы.

Для решения всего спектра задач, связанных с повышением надежности работы оборудования и сокращением затрат на его обслуживание и ремонт, одной диагностической информации недостаточно [10-14]. Необходима реализация целого комплекса мероприятий, объединенных в рамках общей стратегии эффективной эксплуатации, обслуживания и ремонта оборудования. К таким мероприятиям относятся (рис. 1):

DOI: 10.26730/2618-7434-2018-3-19-28

Рис.1. Область применения средств диагностики технического состояния на различных этапах жизненного цикла горных машин и оборудования

– достоверная оценка технического состояния всего парка технологического оборудования;

– своевременное выявление неисправностей и прогноз остаточного ресурса с использованием всего арсенала методов и средств технического диагностирования в рамках распределенного мониторинга;

– контроль агрегатов на всех этапах жизненного цикла (входной контроль в процессе монтажа, приемосдаточные испытания, эксплуатация, предремонтный контроль, ремонт, послеремонтный контроль);

– внедрение подходов «оптимального» технического обслуживания.

Организация эффективной производственной деятельности невозможна без полноценного обмена данными между диагностическими измерительными приборами и программными системами управления.

Для формирования единого диагностического пространства (обработки, накопления, хранения и отображения результатов измерений) и передачи сведений о текущем состоянии оборудования в глобальные информационные системы должно использоваться специализированное программное обеспечение.

Требования к функциональным возможностям такого обеспечения крайне высоки. Программа должна иметь сетевую распределенную архитектуру, поддерживать многопользовательский режим с различными правами доступа, обеспечивать унифицированный обмен данными со всеми диагностическими измерительными средствами, надежное хранение результатов измерений, удобный инструментарий многоуровневого просмотра и анализа данных, а также осуществлять взаимодействие с АСУ и внешними информационными средами.

DOI: 10.26730/2618-7434-2018-3-19-28

Разработка программного обеспечения.

Для решения этих задач были сформулированы основные требования к создаваемому программному обеспечению SAFE PLANT [14-15]:

- глобальность;
- масштабируемость;
- универсальность;
- интегрируемость;
- модульность;
- распределенность;
- функциональность.

Одноименный программный продукт SAFE PLANT представляет собой единую интеллектуальную платформу для сбора, хранения, отображения и анализа различной диагностической информации с целью повышения надежности эксплуатации и эффективности обслуживания и ремонта всего парка технологического оборудования на основании сведений о его фактическом и прогнозируемом техническом состоянии (рис. 2).

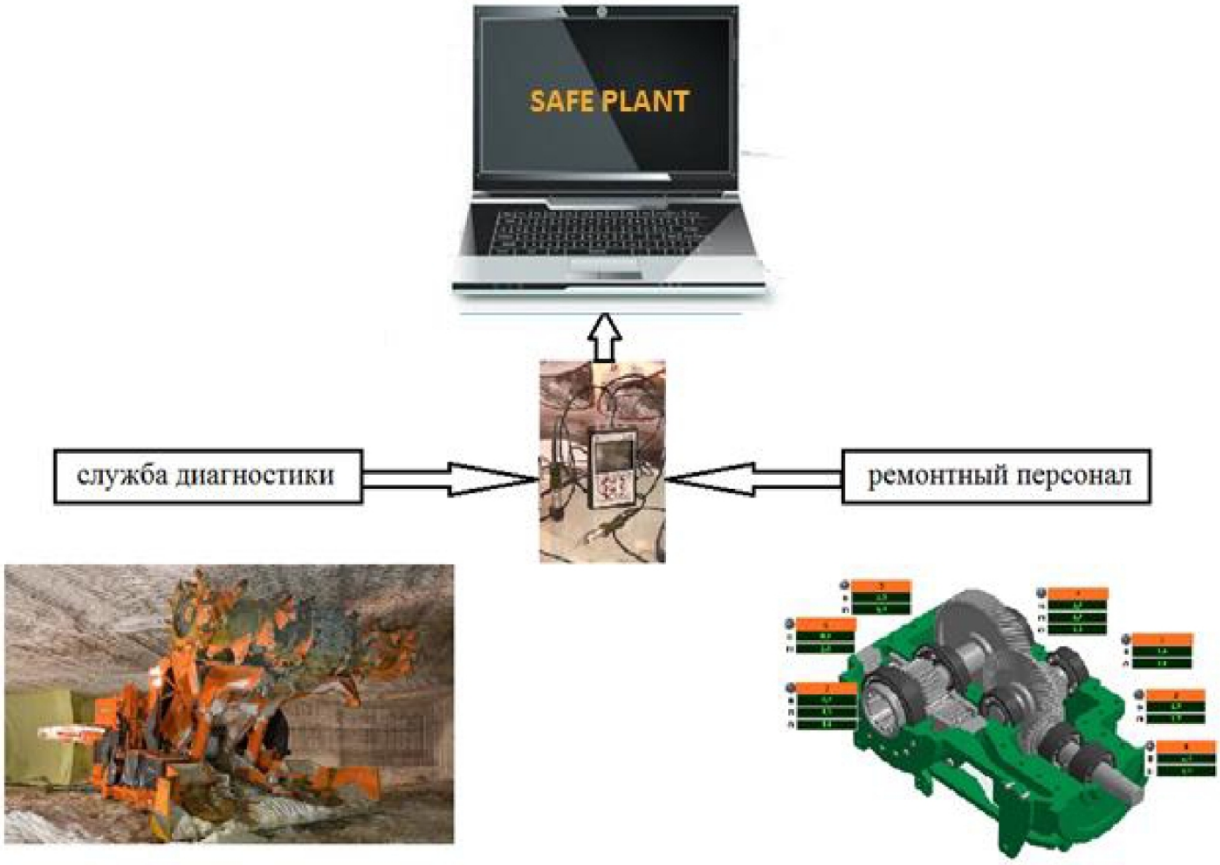


Рис.2. Распределенная сетевая архитектура ПО SAFE PLANT

SAFE PLANT – первый масштабируемый программный продукт, позволяющий объединять сведения о состоянии оборудования, режимах его эксплуатации, производимых обслуживаниях и ремонтах в единую диагностическую базу данных, выполнять их анализ и осуществлять передачу необходимой информации для планирования сроков и объемов ремонтных работ (рис. 3).

Сводные данные о текущем состоянии оборудования и рекомендуемых ремонтах могут быть переданы по запросу во внешние информационные среды.

Для автоматизации диагностических процедур в программе реализован экспертный модуль смешанного типа, адаптированный к основным видам горного оборудования. Практическое внедрение данного программного продукта позволит угледобывающим и горнорудным пред-

DOI: 10.26730/2618-7434-2018-3-19-28

приятиям не только организовать обработку, сбор и централизованное хранение сведений о результатах диагностики и ремонтов, наладить более эффективное взаимодействие различных служб, но и обеспечить эффективный переход к стратегии SAFE PLANT.

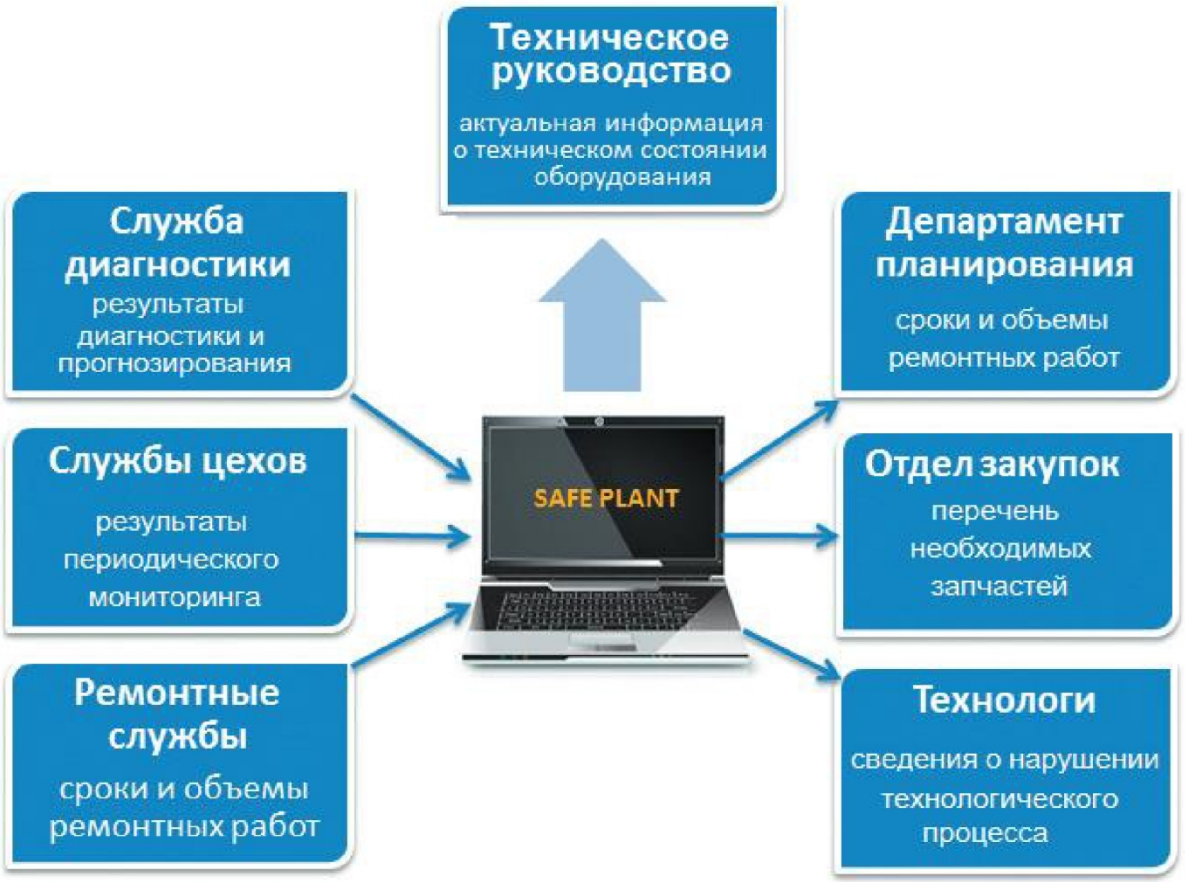


Рис.3. Диаграмма взаимодействия различных групп пользователей

В качестве входных данных могут быть использованы результаты различных видов измерений, получаемых как при помощи аппаратных решений фирмы «Диатех», так и измерительных средств других производителей (рис. 4).

Результаты внедрения ПО SAFE PLANT на промышленных предприятиях.

На ОАО «Анжеромаш» в рамках создания системы менеджмента повышения качества выпускаемой продукции в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015 был приобретен виброанализатор «Corvet» и ПО SAFE PLANT для разработки стандарта предприятия по оценке технического состояния выпускаемых редукторов по параметрам вибрации.

Все редукторы, выпускаемые ОАО «АНЖЕРОМАШ», проходили обкатку на заводском испытательном стенде 1139Р при различных режимах работы. При этом контролировались глубина амплитудной модуляции вибрации подшипниковых опор с помощью прибора АЛ-2-3 (рис. 5), предназначенного для измерения степени износа подшипника и состояния смазки в его узле в процессе эксплуатации механизмов, машин, станков, подвижного состава, приводов и др., температура масла и температура корпуса редуктора в местах измерения вибрации.

Результаты измерения фиксировались в протоколе измерений (рис.6), хранящимся в ОТК завода и отражающем информацию о зоне, в которой находилась стрелка аналогового прибора, а также сведения о температуре масла и корпуса.

В рамках подготовки стандарта предприятия была произведена обкатка на заводском испытательном стенде 1139Р (рис. 7) редукторов конически-цилиндрических типа РКЦ и конически-планетарных типа РПК.

DOI: 10.26730/2618-7434-2018-3-19-28

Регистрация параметров механических колебаний проводилась с использованием виброанализатора «Corvet» (STD 3300) и ПО SAFE PLANT в соответствии с требованиями разработанных методических указаний по проведению диагностических измерений редукторов, выпускаемых ОАО «АНЖЕРОМАШ».

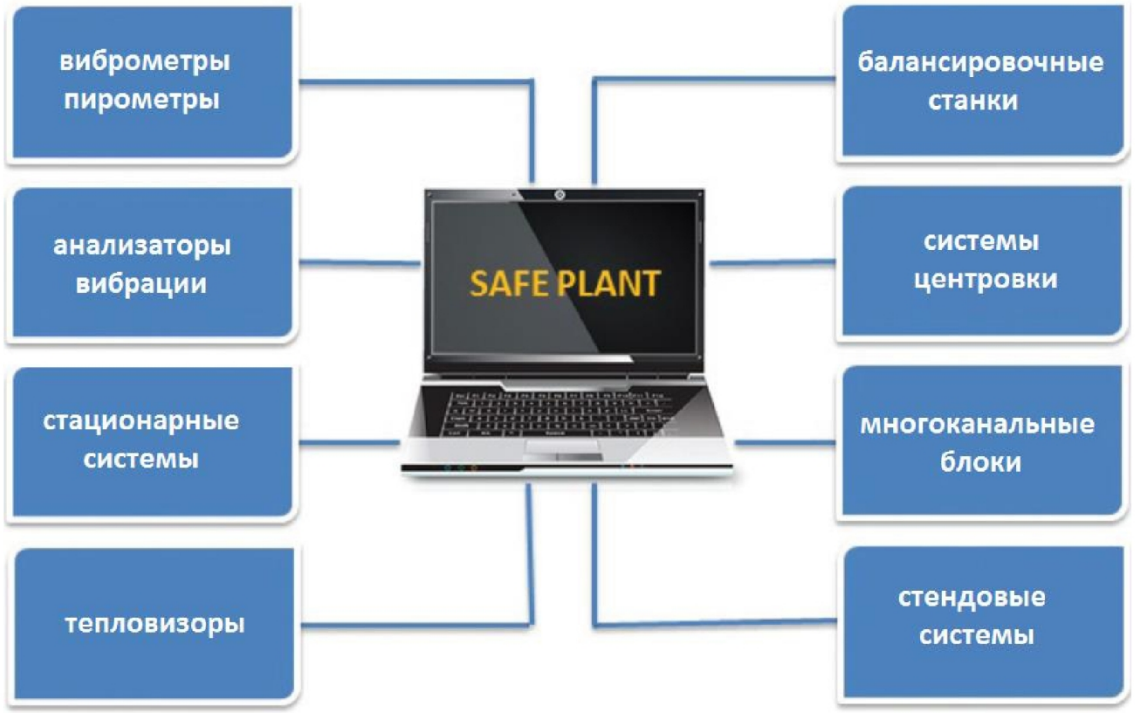


Рис.4. Универсальность ПО SAFE PLANT

Рис.5. Общий вид прибора АЛ-2-3

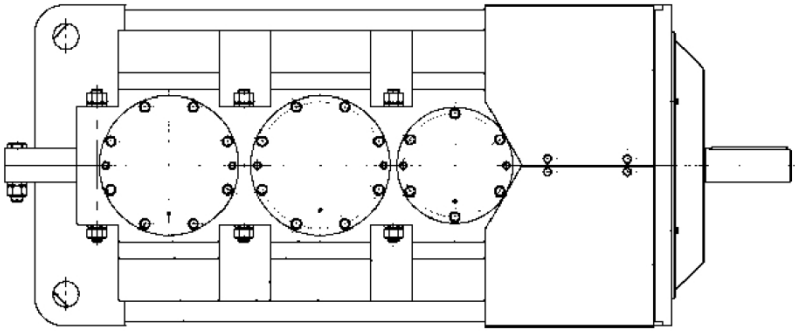
При проведении вибрационных обследований подшипниковых узлов и зубчатых зацеплений редукторов все измерительные точки по количеству и типу контролируемых вибрационных параметров были отнесены к одной группе со следующими характеристиками параметров замеров [16]:

– среднее квадратическое значение виброскорости ($V_{СКЗ}$, [мм/с]) в динамическом диапазоне от 10 до 1000 Гц;

–

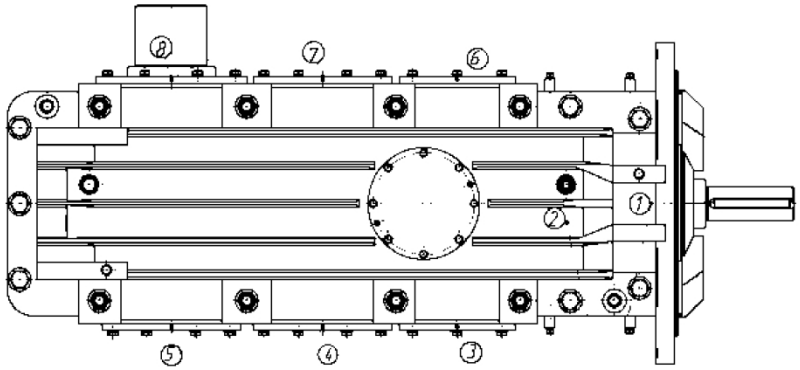
DOI: 10.26730/2618-7434-2018-3-19-28

Редуктор РКЦ-250 За6.№ _____ Потребитель,



Точки контроля в осевом (S) направлении (с обеих сторон)
Точки контроля температуры поверхности редуктора (с обеих сторон)

Точки контроля в радиальном (R) направлении



Номер точки	Величина глубины амплитудной модуляции сигнала вибрации подшипников опор															
	Радиальное направление (R)								Осевое направление (S)							
	Цвет				Глубина,%				Цвет				Глубина,%			
	Вращение быстроходного вала															
	по часовой		против часовой		по часовой		против часовой		по часовой		против часовой		по часовой		против часовой	
	Доп	Факт	Доп	Факт	Доп	Факт	Доп	Факт	Доп	Факт	Доп	Факт	Доп	Факт	Доп	Факт
1	Зеленый		Зеленый		4		4		Зеленый	-	Зеленый	-	-	-	-	-
2					4		4			-		-	-	-	-	-
3					4		4						4		4	
4					4		4						4		4	
5					4		4						4		4	
6					4		4						4		4	
7					4		4						4		4	
8					4		4						4		4	

Температура масла,С°		Уровень звукового давления,ДБА				Температура поверхности редуктора,С°		
Ванна входного вала	Основная ванна	Входной вал		Промежуточный вал (ы) (при наличии)		Выходной вал		Номер точки	Доп	Факт
при наличии пробки								1	70	
		Вращение быстроходного вала						2		
Доп	Факт	Доп	Факт	по часовой	против часовой	по часовой	против часовой	по часовой	против часовой	по часовой	против часовой	3		
				Доп / Факт	Доп / Факт	Доп / Факт	Доп / Факт	Доп / Факт	Доп / Факт	Доп / Факт	Доп / Факт	4		
-		80		88		82		88		88		88		88		5		
																6		
																7		
																8		

Точки контроля в радиальном (R) направлении
Точки контроля температуры поверхности редуктора

мастер-контролер сборочного участка _____ /ФИО
подпись, дата

Рис. 6. Форма протокола измерений

DOI: 10.26730/2618-7434-2018-3-19-28

– спектр виброскорости (V, [мм/с]) в динамическом диапазоне от 2 до 3000 Гц, 4 линейных усреднения (3200 линий);

– спектр виброускорения (a, [м/с^2]) в динамическом диапазоне от 10 до 10000 Гц, 4 линейных усреднения (3200 линий);

– пиковое значение временного сигнала [м/с^2, ФВЧ – 50 Гц, ФНЧ – 12800 Гц, длина выборки 1000 мс].

Собранная таким образом информация по всем видам выпускаемых редукторов была статистически обобщена для каждого типа редукторов в виде значений предельно допустимых уровней среднеквадратической виброскорости [$V_{СКЗ}$] и спектральных опорных масок для каждой контрольной точки в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Для примера на рис. 8 приведены результаты обкатки редуктора РКЦ-400 в осевом направлении в 4 контрольной точке.

Выявленные при обкатке редукторов недостатки изготовления или сборки исправляются на заводе, и редуктор обязательно проходит повторную обкатку для определения его технического состояния. При удовлетворении разработанных требований на допустимую при приемо-сдаточных испытаниях вибрацию редуктор считается прошедшим ОТК и годным к эксплуатации у Заказчика в течение гарантийного срока эксплуатации. На него оформляется вибрационный Паспорт с указанием норм вибрационной активности.

Выводы.

Подводя итоги внедрения стратегии SAFE PLANT в ОАО «АНЖЕРОМАШ», можно утверждать, что:

– достоверная оценка состояния всей выпускаемой продукции возможна только при использовании современных средств технического диагностирования при статистической оценке спектральных компонент вибрации в заданных узкополосных составляющих, определяемых геометрией зубчатых зацеплений и подшипников качения;

– внедрение распределенного мониторинга технического состояния выпускаемых редукторов (ОТК завода-изготовителя, приемо-сдаточные испытания у Заказчика, периодическая диагностика технического состояния при эксплуатации, предремонтные и послеремонтные испытания) позволит получать достоверную информацию на протяжении всего жизненного цикла выпущенной продукции;

переход на стратегию «оптимального» обслуживания по фактическому состоянию позволит экономить трудовые и финансовые ресурсы за счет единого многоуровневого информационного пространства, позволяющего всем участникам технологического, производственного и ремонтного процессов осуществлять быстрый и эффективный обмен данными.

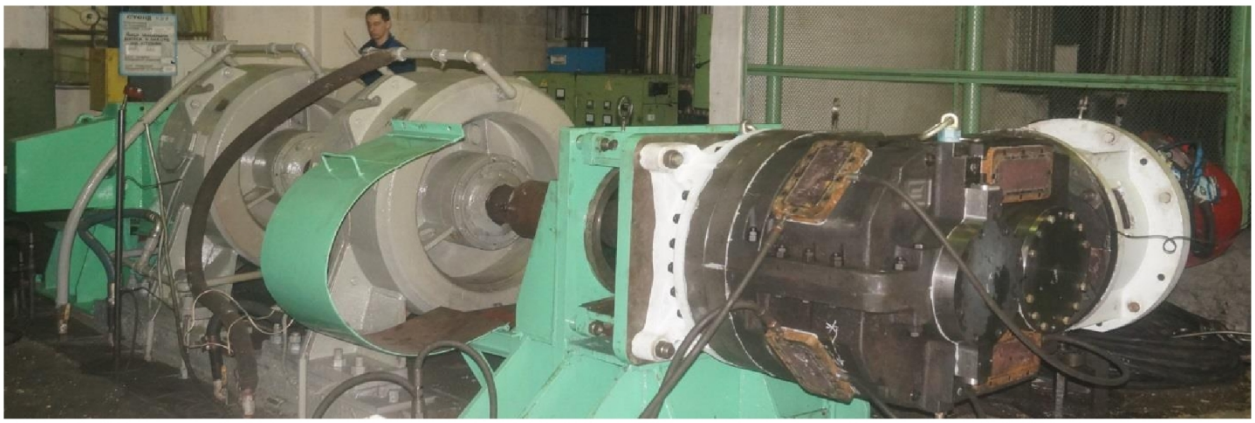


Рис.7. Общий вид обкаточного стенда 1139Р с установленным редуктором РПК-120

DOI: 10.26730/2618-7434-2018-3-19-28

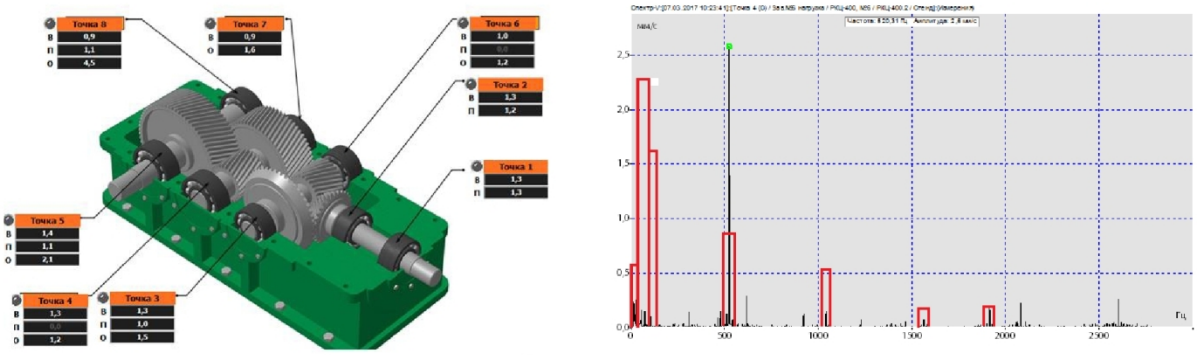


Рис.8. Форма представления результатов измерения

Список источников

1. Указ Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 г.№ 683 «Стратегия национальной безопасности Российской федерации».

2. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т./Под общ. ред. В.В. Клюева. Т. 7: Кн. 2: Вибродиагностика/М.: Машиностроение, 2005. 829с.

3. Сушко А.Е., Грибанов В.А. Проблемы оценки технического состояния динамического оборудования опасных производственных объектов // Безопасность труда в промышленности. 2011. №10. С. 58-65.

4. Ковалев В. А., Хорешок А. А., Герике Б. Л. Диагностика технического состояния проходческих комбайнов избирательного действия. // Уголь, №9. – 2015. – С. 42-47.

5. Kelly, S. Graham. Advanced vibration analysis. 2013. – 637 p. — (Dekker mechanical engineering).

6. Основы эксплуатации горных машин и оборудования: Учеб. пособие./ А.В. Гилёв, В.Т. Чесноков, Н.Б. Лаврова и др.; под общ. ред. А.В. Гилёва. – Красноярск. Сибирский федеральный ун-т, 2011. – 276 с.

7. Костюков В. Н., Науменко А. П. Основы виброакустической диагностики и мониторинга: Учебное пособие. // Новосибирск. Изд-во СО РАН, 2014. – 329 с.

8. Кравченко В. М., Сидоров В. А., Седуш В. Я. Техническое диагностирование механического оборудования: Учебник. // Донецк. Юго-Восток, 2009. – 459 с.

9. Диагностика горных машин и оборудования: Учеб. пособие / Б. Л. Герике, П. Б. Герике, В.С. Квагинидзе и др. // М.: ИПО «У Никитских ворот», 2012. – 400 с.

10. Предложения по внедрению на предприятии концепции технического обслуживания и ремонта горнотранспортной техники и оборудования./ И.М. Щадов, В.Ю. Конюхов, А.В. Чемезов, Т.С. Беляевская // ГИАБ – № 12. – 2015. – С. 134-143.

11. Травин А.А. Контроль вибрации машин при производстве.// ГИАБ – № 6. – 2017. – С. 172-176.

12. Клишин В.И., Писаренко М.В. Научное обеспечение инновационного развития угольной отрасли // Уголь, № 9. – 2014. – С. 42-46.

13. Anil Rana, (2016). Optimal maintenance level of equipment with multiple components, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 22 Iss: 2, pp.180 – 187.

14. Сушко А.Е. Повышение надежности работы оборудования и сокращение затрат на его обслуживание и ремонт путем внедрения стратегии SAFE PLANT. //Химическая техника. – №2. – 2016. – С. 4-8.

15. Четвертая промышленная революция в сфере технического обслуживания и ремонта оборудования./ Д.В. Иванов, О.В. Малышев, Д.В. Свириденко и др.// Главный механик, №7(168). – 2017. – С. 16-34.

16. Построение системы интеллектуального обслуживания редукторов горношахтного оборудования/ Б.Л. Герике, В.И. Клишин, Е.Ю. Пудов, Е.Г. Кузин.// Горный журнал. №12, 2017. – С. 68-73.

References

1. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 31 dekabrya 2015 g.№ 683 «Strategiya nacional'noj bezopasnosti Rossijskoj federacii».

2. Nerazrushayushchij kontrol': Spravochnik: V 7 t /Pod obshch. red. V.V. Klyueva. T. 7: Kn. 2: Vibrodiagnostika / M.: Mashinostroenie, 2005. – 829 s.

3. Sushko A.E., Gribanov V.A. Problemy ocenki tekhnicheskogo sostoyaniya dinamicheskogo oborudovaniya opasnyh proizvodstvennyh ob"ektov//Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2011. №10. S. 58-65.

4. Kovalev V. A., Horeshok A. A., Gerike B. L. Diagnostika tekhnicheskogo sostoyaniya prohodcheskih kombajnov izbiratel'nogo dejstviya. // Ugol', №9. – 2015. – S. 42-47.

5. Kelly, S. Graham. Advanced vibration analysis. 2013. – 637 p. — (Dekker mechanical engineering).

6. Osnovy ehkspluatacii gornyh mashin i oborudovaniya: Ucheb. posobie./ A.V. Gilyov, V.T. CHesnokov, N.B. Lavrova i dr.; pod obshch. red. A.V. Gilyova. – Krasnoyarsk. Sibirskij federal'nyj un-t, 2011. – 276 s.

7. Kostyukov V. N., Naumenko A. P. Osnovy vibroakusticheskoj diagnostiki i monitoringa: Uchebnoe posobie. // Novosibirsk. Izd-vo SO RAN, 2014. – 329 s.

8. Kravchenko V. M., Sidorov V. A., Sedush V. YA. Tekhnicheskoe diagnostirovanie mekhanicheskogo oborudovaniya: Uchebnik. // Doneck. YUgo-Vostok, 2009. – 459 s.

9. Diagnostika gornyh mashin i oborudovaniya: Ucheb. posobie./ B. L. Gerike, P. B. Gerike, V.S. Kvaginidze i dr.// M.: IPO «U Nikitskih vorot», 2012. – 400 s.

10. Predlozheniya po vnedreniyu na predpriyatii koncepcii tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta gornotransportnoj tekhniki i oborudovaniya./ I.M. SHCHadov, V.YU. Konyuhov, A.V. CHemezov, T.S. Belyaevskaya// GIAB – № 12. – 2015. – S. 134-143.

11. Travin A.A. Kontrol' vibracii mashin pri proizvodstve.// GIAB – № 6. – 2017. – S. 172-176.

12. Klishin V.I., Pisarenko M.V. Nauchnoe obespechenie innovacionnogo razvitiya ugol'noj otrasli // Ugol', № 9. – 2014. – S. 42-46.

13. Anil Rana, (2016). Optimal maintenance level of equipment with multiple components, Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 22 Iss: 2, pp.180 – 187.

14. Sushko A. E. Povyshenie nadezhnosti raboty oborudovaniya i sokrashchenie zatrat na ego obsluzhivanie i remont putem vnedreniya strategii SAFE PLANT //Himicheskaya tekhnika. – №2. – 2016. – S. 4-8.

15. CHetvertaya promyshlennaya revolyuciya v sfere tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta oborudovaniya / D.V. Ivanov, O.V. Malyshev, D.V. Sviridenko i dr.// Glavnyj mekhanik, №7(168). – 2017. – S. 16-34.

16. Postroenie sistemy intellektual'nogo obsluzhivaniya reduktorov gornoshahtnogo oborudovaniya/ B.L. Gerike, V.I. Klishin, E.YU. Pudov, E.G. Kuzin.// Gornyj zhurnal. №12, 2017. – S. 68-73.

Авторы

Герике Борис Людвигович, доктор техн. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории угольного машиноведения федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН, профессор кафедры горных машин Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева
e-mail: gbl_42@mail.ru

Сушко Андрей Евгеньевич, канд. техн. наук, директор НПО «Диагностические технологии»
e-mail: Stefan.Voeth@thga.de

Герике Павел Борисович, канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории угольного машиноведения федерального исследовательского центра угля и углехимии СО РАН
e-mail: am_besten@mail.ru

Библиографическое описание статьи

Герике, Б.Л. Внедрение цифровых технологий в области технической диагностики, обслуживания и ремонта горных машин и оборудования / Б.Л. Герике, А.В. Сушко, П.Б. Герике // Техника и технология горного дела. – 2018. – № 3(3). – С. 19-28.

Authors

Boris Gerikke**,** Dr. Tech. Sci., Professor, Chief Researcher of the Laboratory for Coal Engineering, Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Professor, Department of Mining Machines, Kuzbass State Technical University. T.F. Gorbachev
e-mail: gbl_42@mail.ru

Andrey Sushko**,** Cand. tech. Sciences, Director of the Scientific and Production Association “Diagnostic Technologies”
e-mail: Stefan.Voeth@thga.de

Pavel Gerike**,** Cand. tech. Sci., associate professor, senior researcher at the Laboratory for Coal Engineering, Federal Research Center for Coal and Coal Chemistry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
e-mail: am_besten@mail.ru

Cite this article

Gerike B., Sushko A., Gerike P. Introduction of digital technologies in the field of technical diagnostics, maintenance and repair of mining machinery and equipment, *Journal of mining and geotechnical engineering*, **3**(3):19.