УДК 622.23.05:621.833

С.Н. Ковальчук

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, СОКРАЩАЮЩИХ СРОК СЛУЖБЫ РЕДУКТОРОВ СКРЕБКОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Эксплуатация машин – процесс целенаправленного их использования, при котором должна обеспечиваться бесперебойная и безопасная работа при максимальной производительности и при минимальных затратах на изготовление, ремонт и техническое обслуживание.

Свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта принято называть долговечностью [1]. Основными характеристиками долговечности изделия являются срок службы и ресурс, которые имеют много общего, так как определяются одним и тем же предельным состоянием. Срок службы – это календарная продолжительность эксплуатации до предельного состояния, а ресурс – это наработка до предельного состояния.

По нормативным документам установлен ресурс для зубчатых передач и валов 25000 часов и для подшипниковых узлов 12500 часов для длительной (до 24 час в сутки) работы с постоянными нагрузками [2]. Для забойных конвейеров этот ресурс составляет 5-15 миллионов тонн добытого угля.

Срок службы редукторов до капитального ремонта установлен 12 месяцев. Этот срок службы гарантируется при условии, что добыча угля за данный период не превышает установленных норм и максимальную производительность.

Однако фактическая средняя наработка по добыче угля у большинства конвейеров превышает нормативную наработку. Этот факт свидетельствует об интенсивной эксплуатации конвейеров.

При эксплуатации угольного оборудования допускаются существенные нарушения режима технического обслуживания. Нормативное соотношение количества добычных и ремонтно-подготовительных смен установлено 3:1. Но фактически, это соотношение не выполняется.

В результате, редукторы вырабатывают фактический ресурс до первого капитального ремонта раньше установленного срока.

По данным шахты «Комсомолец» угольной компании СУЭК г. Ленинск-Кузнец-кий, фактический ресурс до первого капитального ремонта редукторов РПК120 (редуктор планетарно-конический) скребковых конвейеров «Анжера-42» составляет 7-8 месяцев при фактической наработке 2000 тыс.т. Редукторы РПК80 конвейеров «Анжера-34» имеют более длительный период эксплуатации, 11 месяцев и выше. Базовая модель РПК45 конвейеров «Анжера-30», разработанная более 10 лет назад, находит применение до сегодняшнего дня, сохраняя работоспособность в течение более длительного времени.

Получается, что однотипные редуктора, при-

Сводные данные по дефектовке редукторов за 2011г.

Детали	Общее кол-во	Идущих на повторное использование		Идущих на восстановление		Отбракованных при дефектовке	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%
Вал-шестерня коническая	16	3	18,8	5	31,2	8	50
Вал-шестерня цилиндрическая	32	24	75	6	18,7	2	6,3
Колесо коническое	16	10	62,6	3	18,7	3	18,7
Колесо цилиндрическое	16	10	62,6	3	18,7	3	18,7
Сателлит	54	32	59,3	6	11,1	16	29,6
Полое колесо	16	11	68,7	5	31,3	-	-
Корпус	16	6	37,5	9	56,2	1	6,3
Водило	16	7	43,8	3	18,7	6	37,5
Подшипники	144	-	-	-	-	144	100
Кольцо	64	56	87,5	-	-	8	12,5
Манжета	64	52	81,3	-	-	12	18,7
Крышка	112	102	91,1	1	0,9	9	8
Втулка	80	85	65	6	7,5	6	7,5
Итого:	598	306	51,2	41	6,9	251	41,9

меняемый в одинаковых условиях эксплуатации и разработанные одним производителем в разное время, весьма существенно отличается по качеству и длительности эксплуатации.

Выяснить причины наступления предельного состояния и разработать мероприятия по повышению долговечности можно путем анализа повреждений деталей редукторов, поступивших в капитальный ремонт. Детали, которые к этому времени имеют предельное или близкое к нему состояние, в первую очередь определяют срок службы до первого капитального ремонта.

В таблице, составленной по данным ОАО «Анжеромаш», представлены результаты дефектовки деталей редукторов скребковых конвейеров за 2011г.

Анализируя данные дефектовки редукторов, можно сделать следующие выводы. К моменту капитального ремонта около 48,8% основных деталей редукторов имеют предельное состояние. Из них 41,9% бракуется и 6,9% идет на восстановление. Наибольший процент деталей, бракуемых при дефектовке, составляют подшипники, конические вал-шестерни и шестерни, корпусные детали и водила. Наибольший ресурс имеют цилиндрические вал-шестерни и колеса, сателлиты, втулки и крышки.

Основной причиной отказов редукторов РПК120 и РПК80 является разрыв сепаратора и разрушение подшипников качения быстроходной конической вал-шестерни.

Для обеспечения правильной работы подшипников качения необходимо соблюдение соответствующих посадок на цапфах валов и в гнездах корпусов.

Подшипниковые кольца являются тонкостенными деталями, которые легко принимают форму профиля посадочных гнезд корпусных деталей. Дефекты профиля гнезда влияют на дорожки качения подшипников. Это вызывает неравномерное распределение нагрузки, в результате чего наблюдается потеря точности вращения и подшипники преждевременно выходят из строя.

К таким же результатам приводит возникновение внутренних напряжений и доводка литых корпусов, если корпус редуктора не подвергнут старению. Погрешность расположения посадочных отверстий корпуса, и прежде всего отклонение от перпендикулярности их осей приводит к неравномерности пятна контакта рабочих поверхностей зубьев конической пары.

Нормальную работу подшипников нарушают их перекосы. Дорожки качения смещаются, тела качения при их движении получают переменную скорость, создаются дополнительные давления на гнезда сепаратора, они сминаются и перекашивается весь сепаратор. Нередко это является причиной разрушения сепаратора и заклинивания шариков его обломками. Перекос также может вызвать защемление тел качения, резкое повышение удельных давлений и, как следствие, быстрый износ подшипника.

Другими видами повреждения подшипников являются коррозия, осповидный и абразивный износ беговых дорожек и тел качения.

При дефектовке бракуются 100% подшипников. Основными причинами преждевременного выхода из строя подшипников качения являются неправильный их выбор, качество изготовления и деформация корпусов, неудовлетворительная гермитизация узлов трения и нарушение режима смазки.

Второй причиной отказов редукторов является усталостная поломка болтов, крепящих подшипниковую крышку со стороны быстроходного вал-шестерни, соединенного с эластичной муфтой. Под действием значительных ударных нагрузок, действующих во время работы, детали, соединяемые болтами, могут деформироваться. Некачественная сборка, завышенные зазоры в узлах редуктора способствуют вибрациям, которые разрушают систему. В первую очередь – посадочное отверстие корпуса и подшипники качения конической вал-шестерни, как наиболее нагруженной.

Анализ повреждений зубчатых колес, выданных на капитальный ремонт, позволил выделить основные виды их повреждений. Наибольшие повреждения имеет быстроходный конический вал-шестерня. Общее количество забракованных конических вал-шестерен составило 81,2% от числа дефектованных. Основные дефекты – деформация деталей, излом и выкрашивание зубьев, риски на посадочных шейках под подшипники. Цилиндрические вал-шестерни в меньшей степени подвержены повреждениям.

Общее количество забракованных колес составило 37,4%, причем каждое колесо имело дватри браковочных повреждения. Основным видом повреждения зубьев является поверхностная усталость (питтинг и отслаивание цементационного слоя). Причинами прогрессивного выкрашивания поверхности зубьев шестерен являются: неравномерное распределение износа по профилю (особенно в процессе заедания), искажающее первоначальную форму профиля и вызывающее изменение параметров зацепления; уменьшение рабочей длины зацепления, непостоянство угла давления и существенное перераспределение радиусов кривизны зубьев. Таким образом, первопричиной преждевременного разрушения рабочей поверхности зубьев колес является повышенный износ в результате заедания.

Корпуса редукторов являются несущими конструкциями, на которых смонтированы основные функциональные узлы. Одновременно они являются базой для взаимной ориентации деталей и узлов, обеспечивающей внутренние кинематические связи.

Основным видом повреждения корпусов редукторов являются трещины и изломы. Посадоч-

ные места под подшипники качения имеют риски, пробоины и сколы. Нарушается требование по соосности и перпендикулярности осей посадочных отверстий. Установлено также, что коррозия является одной из причин повышенного износа посадочных мест корпусов.

Подводя итог краткому анализу основных видов повреждений деталей редукторов следует отметить, что основной причиной достижения редуктора предельного состояния являются дефекты в сопряжении быстроходного конического вал-шестерни и корпуса. Можно предположить, что разрушение данного вида связано с неисправностью или конструктивными особенностями гидромуфты, которая не компенсирует несоосность валов редуктора и двигателя. В результате увеличиваются динамические нагрузки и вибрация подшипника и вал-шестерни редуктора в районе, примыкающем к соединительной муфте. Это может быть следствием износа, который интенсифицируется из-за ошибок конструкции и некачественной сборкой. В результате износа первоначальная точность снижается настолько, что машина перестает отвечать предъявленным требованиям по служебному назначению. В связи с этим следует рассмотреть вопрос о роли точности в долговечности и сроке службы редукторов, а так же других элементов приводных станций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Термины и определения. М.: Издательство стандартов, 1989.

2. ГОСТ Р 50891-96. Редукторы общемашиностроительного применения. Общие технические условия. М.: Издательство стандартов, 1996.

3. *Котляревский Г.П.* Основы повышения надежности и долговечности горношахтного оборудования. – М.: Недра, 2071. – 200 с.

Автор статьи

Ковальчук
Светлана Николаевна,
ст. преп. каф. технологии машиностроения КузГТУ,
e-mail: ksntma@mail.ru

УДК 504.06:622.271.003

Н. А. Федотенко, В.С. Федотенко, Н. В. Елесина

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НЕГАТИВНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ ДОБЫЧЕ УГЛЯ ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ. АКТУАЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ

Согласно долгосрочной программе развития угольной промышленности России на период до 2030 года планируется поступательное развитие отрасли посредством реализации потенциальных конкурентных преимуществ российских угольных компаний в рамках осуществления долгосрочной государственной энергетической политики. Одними из основных целей программы являются увеличение годовой добычи угля дополнительно на 100 млн. т. в год, рост производительности труда в 5 раз, последовательная модернизация, полное обновление производственных мощностей при повышении уровня промышленной и экологической безопасности. Глобальным вызовом предстоящего периода является формирование новой технологической базы развития экономики, основанной на использовании новейших достижений в области науки и техники.

Кузбасс является лидером по объемам добычи и переработки угля, а также, по объемам разведанных запасов энергетических и коксующихся углей. Поддержание производственных показателей на стабильно высоком уровне сопровождается колоссальным негативным воздействием на экосистему региона. Реализация поставленных в программе целей подразумевает совершенствование механизмов управления отрицательными экстерналиями горного производства.

Ранее экономисты Рональд Коуз и Артур Пигу в своих работах [1] подробно изучили вопрос отнесения побочных результатов деятельности на лиц, не вовлеченных в процесс производства, рыночного распределения и перераспределения благ. Суть означенной проблемы заключается в том, что отрицательные внешние эффекты обычно незначительно сказываются на экономическом положении самих загрязнителей и издержки от их деятельности в буквальном смысле являются внешними для загрязнителей, так как они не влияют на затраты их собственного производства.