

УДК 622.2

РАЗРАБОТКА СХЕМ ВИБРОДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ СДСУ

Штенин Е.А., научный сотрудник Научно-исследовательской лаборатории
цифровой трансформации предприятий минерально-сырьевого комплекса
Научный руководитель: Буянкин П.В., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

Обслуживание самоходных дробильно-сортировочных установок, как и большинства других горных машин, выполняется по системе планово-предупредительных ремонтов, которая имеет свои выраженные минусы. Так, система ППР не подразумевает использование диагностики для установления ресурса узлов, что влечет за собой отсутствие понимания у эксплуатирующего персонала текущего состояния оборудования. При такой системе отсутствует возможность своевременно приобретать запасные части для ремонта узлов, ресурс которых приближается к истечению и, даже напротив, имеются нередкие случаи замены, как полностью исправного оборудования, так и оборудования, имеющего устранимые дефекты [1].

По данным «Разреза «Виноградовский» коэффициент технической готовности ДСУ составляет 0,8, при этом около 50% простоев в год приходятся на простои по причине технической неисправности оборудования и его обслуживания. В это число учитываются простои в ожидании запчастей, время нахождения в плановых и аварийных ремонтах [2].

Для своевременного обнаружения дефектов и изменений состояния машин на данный момент успешно применяется такой метод неразрушающего контроля, как вибродиагностика.

Современный комплекс средств для проведения работ по вибродиагностике позволяет производить работы по оценке вибросигнала не только методами спектрального анализа, но и рядом других подходов – анализ огибающей, эксцесс и метод ударных импульсов являются весьма информативными и позволяют быстро получить достоверную информацию о состоянии подшипников качения [3].

Основная задача вибрационного контроля состояния машин - предоставить необходимую информацию о техническом состоянии работающей машины для последующего технического обслуживания. Составной частью этого процесса является оценка вибрационного состояния машины в период ее работы. Цель исследований - распространение хорошо зарекомендовавших себя методов сбора данных и оценки вибрационного состояния СДСУ. Контроль состояния включает в себя сбор данных на всем периоде эксплуатации машины, что позволяет сопоставлять данные, полученные в разные моменты

времени. При этом более важно знать не текущее вибрационное состояние машины, а изменение этого состояния [4].

Изменения состояния, приводящие к возникновению, развитию дефектов и выходу из строя оборудования, обычно вызваны:

- изменением дисбаланса вращающихся частей;
- изменениями взаимного расположения вращающихся валов;
- износом или повреждением подшипников скольжения и качения;
- дефектами сопряжений, в том числе в зубчатых передачах;
- развитием трещин в ответственных элементах машин;
- работой машины в переходном режиме;
- возмущениями в потоке жидкости гидравлических машин;
- возмущениями электромагнитного поля в электрических машинах;
- трением движущихся частей;
- ослаблением механических соединений.

Контроль вибрации осуществляют для оценки технического состояния машины в процессе ее непрерывного длительного применения. В зависимости от вида машины и узлов, подлежащих контролю, измеряют один или несколько параметров вибрации с помощью соответствующих измерительных систем. Цель измерений - своевременно распознать отклонения состояния машины от нормального, чтобы выполнить корректирующие действия до того, как дефекты в различных частях машины приведут к ухудшению качества ее работы, сокращению срока службы или отказу [4].

Для проведения вибродиагностического контроля СДСУ, позволяющего определить их текущее техническое состояние, необходимо выполнить замеры вибрационных характеристик на подшипниковых опорах динамического оборудования. В связи с чем имеется необходимость составления схем проведения вибродиагностики СДСУ. Под динамическим оборудованием понимается оборудование, имеющее собственный привод, поэтому металлоконструкции (загрузочный бункер, рама) и системы управления в настоящей статье не рассматриваются.

Согласно ГОСТ Р ИСО 13373-1-2009 системы контроля состояния могут быть стационарными, полустационарными или предусматривать использование портативных сборщиков данных или так называемых переносных систем контроля.

На данный момент из действующих нормативных документов в области вибродиагностики неизвестно об уже разработанных подобных схемах для различных систем контроля, что может быть обусловлено недостаточным уровнем исследований в области диагностики данного вида машин.

В рамках данной работы с учетом требований ГОСТ Р ИСО 13373-1-2009 разрабатывается схема проведения вибродиагностического контроля на примере СДСУ Sandvik QI441 (рисунки 1 и 2) «Разреза «Виноградовский» - филиала АО «КТК». Определение технического состояния динамического оборудования осуществляется с помощью замеров вибрационных характеристик, которые производятся на подшипниковых опорах этого оборудования.



Рисунок 1 – СДСУ QI441 «Разреза «Виноградовский» - филиала АО «КТК»
производства Sandvik (Швеция)

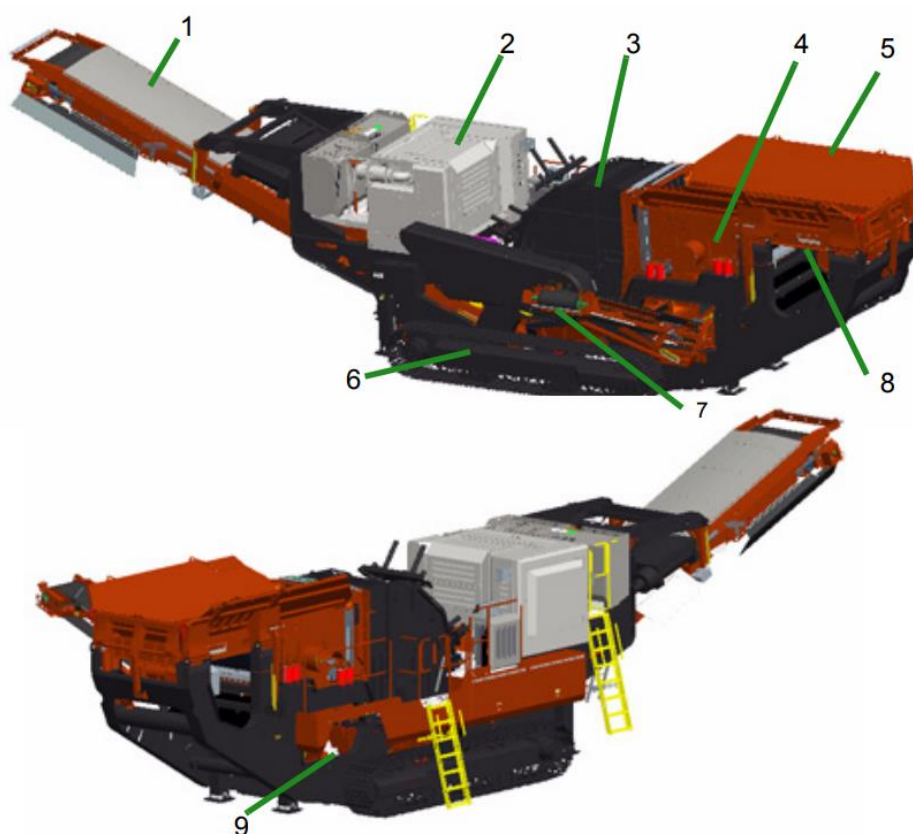


Рисунок 2 – Основные элементы СДСУ Sandvik QI441

На рисунке 2 приведены следующие обозначения: 1 - главный конвейер, 2 - силовой агрегат, 3 - дробилка, 4 - грохот предварительного просева, 5 - загрузочный бункер, 6 - гусеницы, 7 - конвейер естественной пыли (не входит в комплектацию обследуемой СДСУ, является опцией), 8 - основной питатель, 9 - нижний питатель (не входит в комплектацию обследуемой СДСУ, является опцией).

Выбор узлов для вибродиагностического контроля определен с учетом ранее обработанных данных «Разреза «Виноградовский» о простоях парка СДСУ.

Ленточный конвейер данной модели СДСУ имеет приводной гидравлический мотор-барабан, расположенный в верхней части става, и натяжной барабан имеющий две подшипниковые опоры, на которых возможно провести вибродиагностический контроль (рисунок 3).

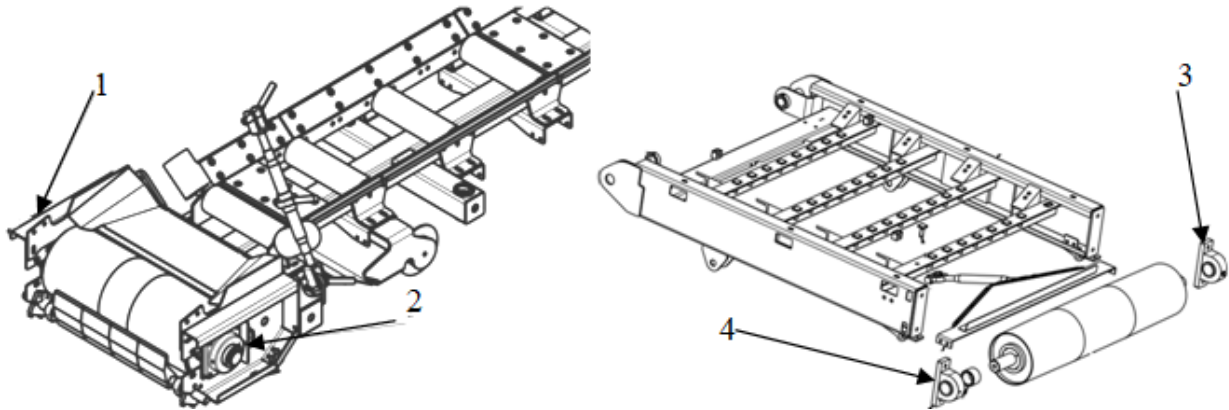


Рисунок 3 – Схема контроля вибрационной характеристики переднего правого (1) и левого (2), а также заднего правого (3) и левого (4) (по направлению движения перерабатываемого материала) подшипниковых узлов ленточного конвейера СДСУ Sandvik QI441.

В составе силового агрегата виброконтролю могут быть подвергнуты следующие элементы: дизельный двигатель внутреннего сгорания, аксиальные гидронасосы и вентилятор охлаждения.

Говоря об исследовании виброакустических характеристик двигателей внутреннего сгорания, нельзя не сказать о сложностях проводимого анализа, зачастую являющихся определяющими при выборе методов и средств проведения контроля и технического диагностирования ДВС. С точки зрения анализа параметров полигармонической волны наиболее всего диагностику затрудняет отсутствие априорной информации о конструктивных особенностях двигателя и трудоемкость проведения контроля на различных режимах его работы, а также сложность доступа к измерительным точкам [5].

В состав элементов роторной дробилки, поддающихся вибродиагностике входят подшипниковые узлы ротора, расположенные с обеих сторон дробилки в открытом доступе, что вызвано необходимостью периодической ручной смазки данных узлов. Опыт применения вибродиагностического контроля на дробилке СДСУ имеется [6].

Таким образом, вибродиагностическому контролю роторной дробилки и ее привода в виде ДВС подлежат: подшипниковые узлы ДВС, включая аксиальные насосы и вентилятор охлаждения, и ротора дробилки (рисунок 4).

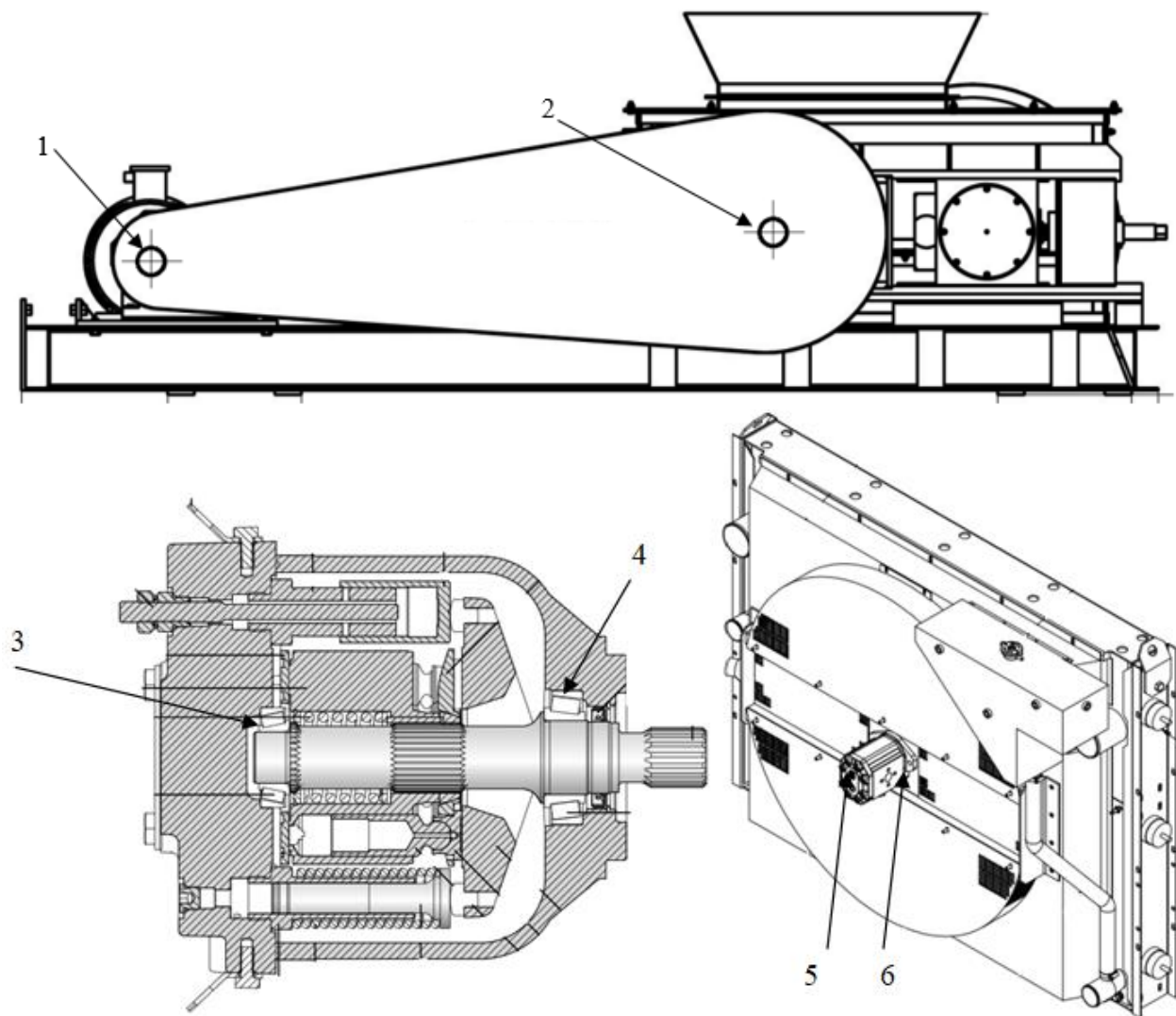


Рисунок 4 – Схема контроля вибрационной характеристики ДВС (1), ротора дробилки (2), аксиальных насосов (3, 4) и гидромотора вентилятора охлаждения (5, 6) СДСУ Sandvik QI441.

Привод грохота предварительного просева СДСУ Sandvik QI441 в виде гидромотора и его вала расположены внутри металлического корпуса, предназначенного для исключения попадания посторонних предметов и деформации его элементов. В связи с этим на данный узел невозможна установка датчиков вибрации как переносных, так и стационарных.

При обработке статистики поломок узлов различных СДСУ было определено, что простои по причине выхода из строя механизма хода составляют менее 1% в год от общего числа. Это может быть связано с отсутствием необходимости частых передвижений, а также передвижений на дальние расстояния данных машин. В связи с чем было принято, что вибродиагностика механизма хода СДСУ является нецелесообразной.

Вибродиагностический контроль основного питателя включает в себя контроль двух гидравлических вибраторов, расположенных также с двух сторон питателя, и имеющие по две подшипниковые опоры (рисунок 5).

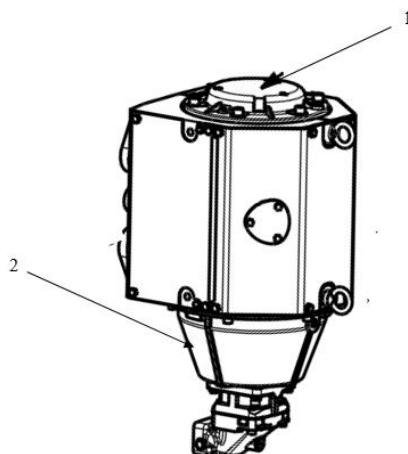


Рисунок 5 – Схема контроля вибрационной характеристики переднего (1) и заднего (2) подшипников двух гидравлических вибраторов питателя СДСУ Sandvik QI441.

Таким образом в схему вибродиагностического контроля СДСУ Sandvik QI441 входит шестнадцать точек:

- две подшипниковые опоры ДВС;
- по два подшипниковых узла двух аксиальных насосов;
- два подшипниковых узла вентилятора охлаждения;
- две подшипниковые опоры ротора дробилки;
- по две подшипниковые опоры на двух гидравлических вибраторах питателя;
- по две подшипниковые опоры гидравлического мотор- и натяжного барабанов и главного конвейера.

Анализируя возможность проведения вибродиагностики на узлах установки Sandvik QI441, с учетом ее фактической конструкции, был сделан вывод о том, что следует учитывать доступность точек контроля, которую не всегда возможно обеспечить по причине наличия заводских защитных кожухов и ограждений. Вибродиагностика может оказаться нерациональной тратой времени в связи с трудоемкостью демонтажа и установки некоторых элементов защиты оборудования.

На практике данные схемы могут применяться, как при работе со стационарными системами вибродиагностики, так и с переносными. Выбор вида системы зависит от:

- степени важности машины;
- потерь от простоя машины;
- потерь в связи с неисправностью машины;
- стоимости машины;
- скорости развития возможных повреждений;
- доступности машины для технического обслуживания и ремонта (например, машина может быть установлена на атомной станции или в другом удаленном месте);
- доступности точек измерений вибрации;

- эффективности системы контроля (диагностики);
- режима работы машины (скорости, производительности);
- стоимости системы контроля;
- безопасности работы машины;
- возможных воздействий на окружающую среду [4].

Разработанные схемы вибродиагностического контроля оборудования СДСУ позволят выполнить контроль технического состояния таких важных элементов как, ДВС, дробилка, питатель и конвейер, выход из строя которых составляют большую часть причин простоя данных машин.

Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (№ 075-03-2021 138/3).

Список литературы:

1. Ещеркин, П. В. Разработка методики диагностирования и прогнозирования технического состояния дизель-гидравлических буровых станков: дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2012. – 149 с.
2. Штенин Е.А., Буянкин П.В. Проблемы эксплуатации дробильно-сортировочных установок на разрезах Кузбасса. – «Современные тенденции и инновации в науке и производстве». Материалы X международной научно-практической конференции. Междуреченск, 2021. С. 183.1-183.4.
3. Герике Б.Л. Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов. – В 2-х ч.: Ч.1. Мониторинг технического состояния по параметрам вибрационных процессов. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет, 1999. – 189 с.
4. ГОСТ Р ИСО 13373-1-2009 «Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 1. Общие методы».
5. Герике, П. Б. Анализ виброакустических характеристик двигателей внутреннего сгорания / П. Б. Герике // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2014. – № 2(102). – С. 15-18.
6. Штенин Е.А., Буянкин П.В. Опыт применения вибродиагностики на СДСУ. – «Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности»: сборник трудов XIX международной научно-технической конференции «Чтения памяти В. Р. Кубачека»/ Под общ. ред. Лагуновой Ю.А. / Оргкомитет: Ю.А. Лагунова, А.Е. Калянов. - Екатеринбург: Уральский государственный горный университет, 2021. – С. 390-393.