

УДК 622.221.2, УДК 622.73, 622.74-913.1

## **ОБЗОР СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНЫХ УСТАНОВОК**

Буянкин П.В., к.т.н., доцент, Штенин Е.А.  
Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР»,  
Кузбасский государственный технический университет  
им. Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Росту производительности добычи угля в мире способствуют современные наработки производителей горных машин, самые выдающиеся из которых нередко вносят различные нововведения и улучшения не только в уже существующие устройства, механизмы, агрегаты и оборудование в целом, но и могут стать новой самостоятельной единицей в технологической цепочке добычи или переработки угля.

С развитием оборудования для добычи угля нельзя не отметить появление на горных предприятиях Кузбасса и рост популярности мобильных дробильно-сортировочных установок. Данная техника зарекомендовала себя, как оборудование, сокращающие затраты на капитальные вложения для объектов переработки угля, обладающие надежностью и простотой в использовании. При этом оборудование работает круглогодично в разнообразных условиях и имеет различные сроки эксплуатации.

В учебной литературе [1] представлена классификация машин и оборудования, используемого на открытых горных работах, которые принято подразделять по роду выполняемой работы, т. е. по технологическому признаку, на семь классов:

- машины для подготовки горных пород к выемке;
- выемочно-погрузочные машины;
- выемочно-транспортирующие машины;
- транспортные машины;
- отвалообразующие машины;
- сортировочно-обогащительное оборудование;
- машины для вспомогательных работ.

Исходя из этой классификации, мобильные дробильно-сортировочные установки можно отнести к сортировочно-обогащительному оборудованию.

Мобильные дробильно-сортировочные установки (сокращенно МДСУ) – это сложные технические устройства, представляющие из себя отдельные системы, в состав которых входят агрегаты, имеющие разные функциональные назначения и принцип действия. МДСУ играют важную роль в технологической цепочке переработки угля, а именно в приеме, транспортировке, перера-

ботке (дроблении и / или сортировке) угля. Общая конструкция МДСУ на примере Trakractor 500SR компании Powerscreen приведена на рис. 1 [2].

Отмечается, что в настоящее время отсутствует отечественная (советская и российская) научно-техническая, учебная и обобщенная справочная литература по МДСУ. При этом их конструкция, достоинства и недостатки периодически изучаются российскими учеными, однако их работы направлены на исследования машины в целом и их дробилок [3].

Из-за особенности устройства МДСУ, выход из строя одного из узлов или снижение количества перерабатываемого материала приведет к простоям и к потере производительности. Компоновка узлов выполнена таким образом, что ответственные узлы недоступны для оперативного контроля, для этого требуется частичное снятие ограждений и даже отдельных узлов. Также эксплуатирующиеся на многих предприятиях Кузбасса установки не оснащены какими-либо средствами мониторинга технического состояния.

Анализ внеплановых простоев по причине отказов оборудования (всего 6 единиц), на примере МДСУ «Разреза «Виноградовский» - филиала ПАО «КТК», показывает, что значительную часть составляют поломки гидравлической системы - 60 %. Затем следуют поломки механической части - 30%. К простоям из-за поломок электрической системы относится 10% от общего числа поломок.

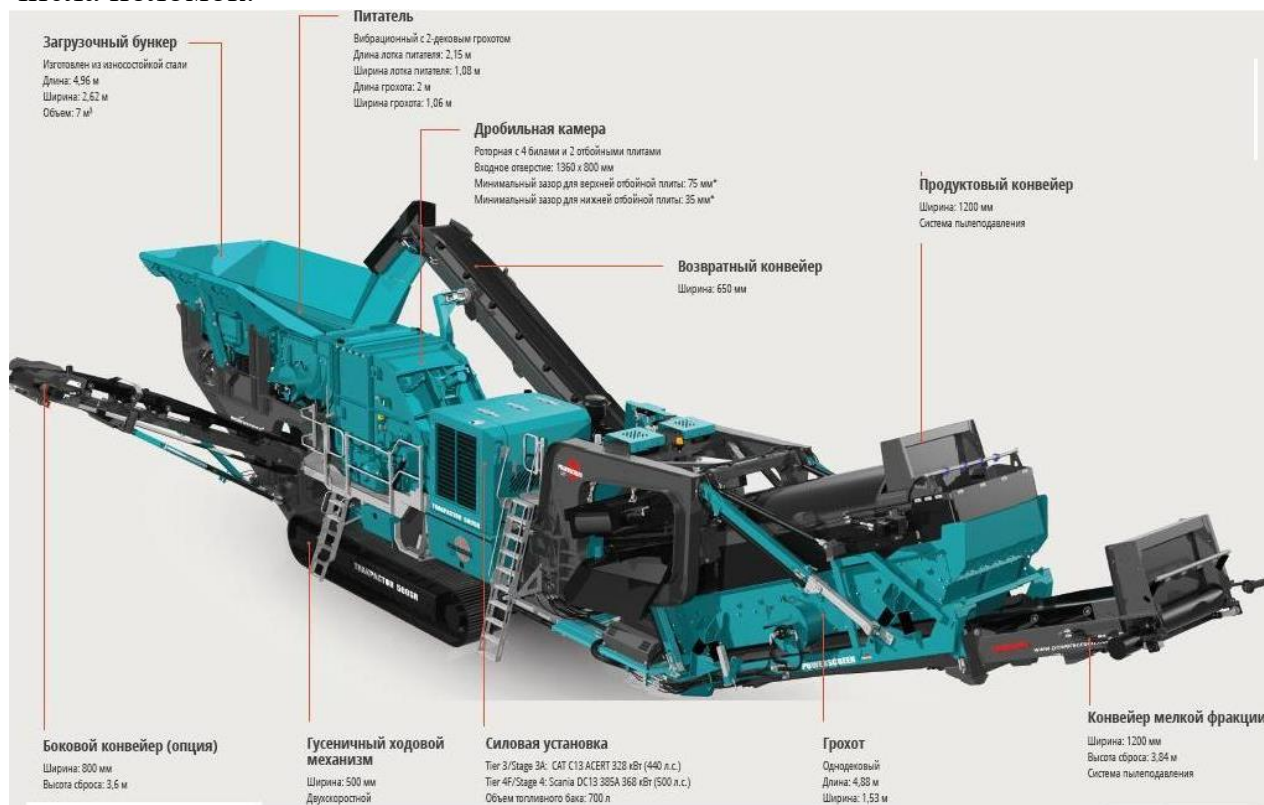


Рисунок 1. Основные узлы МДСУ на примере Trakractor 500SR компании Powerscreen

Данные о внеплановых простоях по причине выхода из строя отдельных систем МДСУ приведены в табл.1 и на рис.2.

Таблица 1

Сводная таблица внеплановых простоев МДСУ

Наименование систем / частей	Время простоев в связи с внеплановым ремонтом, час
Гидравлическая система	737
Механическая часть	368,5
Электрическая система	122,8
Итого	1228,4

Основными причинами простоев из-за отказа гидравлического оборудования являются неполадки в работе гидромоторов агрегатов и вибраторов питателя. Данный вид отказов часто вытекает из особенности гидравлического привода – загрязнения его рабочей жидкости [4]. Также при эксплуатации МДСУ имеется использование гидравлической жидкости неправильно выбранной под температурный режим окружающей среды. Это можно объяснить круглогодичным использованием и климатическими особенностями района месторасположения «Разреза «Виноградовский» - филиала ПАО «КТК».



Рисунок 2. Диаграмма простоев по причине отказов механической части, гидравлической и электрической систем

В части отказов механической части МДСУ имеется такая проблема, как заштыбовка отдельных узлов питателя. Это приводит к повышенной вибрации оборудования, а также снижению производительности установки из-за уменьшения подачи исходного материала.

Нельзя не упомянуть о таком отказе механического оборудования, как попадание недробимого материала (например зубья, трак и другие металлические) в камеру дробилки, что может стать причиной серьезной поломки и долговременной остановки оборудования.

Малое количество электрических компонентов в общей системе, их высокая надежность и герметичное исполнение приводит к минимуму отказов.

Для исключения внеплановых простоев и обеспечения работоспособности МДСУ необходимо проведение регламентированных производителями

технических обслуживаний и ремонтов. В настоящее время особенно актуальна система ремонтов и технического обслуживания по фактическому техническому состоянию, для чего необходимо проводить своевременный контроль и диагностику основных узлов и агрегатов для выявления дефектов, предупреждения отказов и своевременного восстановления деталей механизмов [5].

При этом такая система ремонтов базируется не только на сокращении сроков и затрат на техническое обслуживание, но и на исключении необоснованных и внеплановых ремонтов, что приводит, в конечном счете, к повышению надежности машинных агрегатов [5].

Контроль фактического технического состояния оборудования МДСУ и принятие решений о своевременности восстановительных работ возможно обеспечить с помощью методов неразрушающего контроля, технической диагностики, мониторинга работы основных узлов, контроля рабочей жидкости гидравлических машин и других составляющих.

Все виды контроля и диагностики должны проводиться с использованием стандартных средств измерений, отвечающих требованиям Государственной системы обеспечения единства измерений, а также с использованием правил статистической обработки данных. Выбор методов должен быть основан на соблюдении условия возможности оперативного контроля и контроледоступности [5].

Получая результаты в режиме реального времени можно оценить состояние оборудования исходя из его параметров, например вибрации, состояния рабочей жидкости (ее давления, расхода, температуры).

Условиями (требования) для выбора средств контроля состояния оборудования МДСУ в условиях угольных предприятий Кузбасса являются:

- возможность дистанционной передачи показаний датчиков;
- определение состояния оборудования без изменения режима его работы и без вывода его из эксплуатации;
- сведение информации в одну информационную базу с возможностью ведения архива;
- наличие программного обеспечения (ПО) для автоматизации сбора и анализа данных;
- достаточная степень защиты датчиков и их комплектующих от воздействия пыли, механических воздействий, температуры и прочих негативных факторов, сопровождающих эксплуатацию МДСУ.

Под данные условия подходят стационарные системы контроля оборудования (в отличии от переносных, которые не способны получать и обрабатывать информацию о состоянии оборудования в реальном времени).

Стационарные системы подразделяют на два вида: постоянно работающие на одной и той же машине, их датчики стационарно закреплены, кабельные трассы проложены в кабель – каналах. Второй вид систем - стендовые, ими комплектуются испытательные стенды, а датчики устанавливаются только на период испытаний [6].

Практически во всех типах стационарных систем измерения проводятся автоматически, она сама отслеживает режимы работы оборудования, опрашивает каналы, в зависимости от обнаруженных дефектов изменяет частоту опроса датчиков и контроля состояния оборудования. Несмотря на это, оператор может по необходимости провести любое измерение и сделать дополнительный анализ данных [6].

Сравнительный анализ современных стационарных систем вибромониторинга и вибродиагностики по общим требованиям и требованию наличия автоматической вибродиагностики позволил сделать вывод, что наиболее применима для контроля МДСУ многоканальная (500 каналов) система комплексного мониторинга ТИК К 500, производства ЗАО НПП «Техника для Измерений и Контроля», г. Пермь [6].

Использование данной системы позволит измерять значение вибрации на подшипниковых узлах, контролировать их состояние, удовлетворяя поставленным условиям с учетом конструкции МДСУ и условий эксплуатации (собственная вибрация, запыленность, влажность и температура окружающей среды).

На рынке устройств диагностики и контроля рабочей жидкости машин с гидравлическим приводом имеется значительное количество оборудования, отвечающего требованиям к условиям горных предприятий, в том числе разрезов Кузбасса. Однако в основном такое оборудование позволяет измерять единичные параметры, однако для обеспечения задаваемых условий контроля нужно контролировать несколько независимых параметров [6].

Наиболее подходящей комплектной системой для контроля всей гидравлических систем МДСУ являются Master Plus (производства Parker) и Hydac НМG4000 (производства Hydac). Они имеют возможность измерять требуемые параметры, имеют достаточное количество входных каналов, защиту от воздействия окружающей среды и прочие характеристики, позволяющие использовать это оборудования в условиях эксплуатации МДСУ. Также возможно применение прибора Serviceman Plus (рис. 3) производства Parker для контроля отдельного компонента, например, гидродвигателя [7].



Рисунок 3. Измерительный прибор Serviceman Plus

В рамках реализации предлагаемых в статье технических решений необходима адаптация систем и устройств контроля оборудования конкретной МДСУ, согласование с заводом-изготовителем и разработка рабочей документации по монтажу.

Наличие базы данных о параметрах работы отдельных узлов и агрегатов необходимо для разработки критериев предельного состояния, как отдельных компонентов, так и машины в целом.

Обобщая написанное выше, можно сделать вывод, что принятая на предприятиях система ППР в своем большинстве неэффективна. Единственным возможным способом снижения внеплановых простоев, уменьшения затрат на ремонты и увеличения коэффициента технической готовности МДСУ является переход на систему ремонтов по фактическому техническому состоянию, основанную на широком применении средств диагностики [8].

Мобильные дробильно-сортировочные установки, имеют сложную конструкцию и включают в себя большое количество агрегатов, которые требуют своевременную диагностику основных узлов и агрегатов для предупреждения и своевременного устранения их поломок и замены деталей механизмов, исходя из их фактического состояния.

Среди применимых способов контроля технического состояния оборудования следует выделить такие методы, как неразрушающий контроль и техническая диагностика, контроль рабочей жидкости гидравлических машин, необходимых для мониторинга работы основных узлов.

В режиме реального времени следует оценивать состояние оборудования по параметрам вибрации, состояния рабочей жидкости (давление, расход, температура).

Применение периодической диагностики для внедрения системы ремонтов по фактическому состоянию имеет некоторые отрицательные факторы. Точность проведенной диагностики зависит от знаний и опыта эксперта и носит вероятностный характер из-за резких изменений условий работы и нагрузок на агрегаты МДСУ. Применение стационарной диагностической системы позволяет с высокой точностью выявлять дефекты механизмов и осуществлять аварийную защиту [8], исключая участие человека в принятии определенных решений.

Эффективность предлагаемых решений проявляется в сокращении аварийных остановок оборудования и снижения времени на ТОР и Р, а также в исключении замены деталей и механизмов, находящихся в работоспособном состоянии.

#### **Список литературы:**

1. Подэрни, Р. Ю. Механическое оборудование карьеров / Р. Ю. Подэрни. – М., 2007. – 680 с. ил. ISBN 978-5-7418-0467-4 (в пер.).

2. [http://www.carbocor.ru/catalog/drobilnoe\\_oborudovanie/drobilnye\\_ustanovki\\_rotornye/powerscreen\\_traktor-500sr](http://www.carbocor.ru/catalog/drobilnoe_oborudovanie/drobilnye_ustanovki_rotornye/powerscreen_traktor-500sr)

3. Лагунова Ю.А., Жиганов П.А., С.А. Червяков. Анализ передвижных дробильных установок по производительности, массе и энерговооруженности. г. Екатеринбург, –«Новые технологии», –2014, – 10с.

4. Башта, Т. М. Техническая диагностика гидравлических приводов. М, – Машиностроение, – 1989, – 264с.

5. Ещеркин, П. В. Разработка методики диагностирования и прогнозирования технического состояния дизель-гидравлических буровых станков: дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2012. –149 с.

6. Луковников, В. И., Логвин, В. В., Хабибуллин, Д. А., Шапоров, В. В. Сравнительный анализ современных стационарных систем вибромониторинга и вибродиагностики роторного энергооборудования. Гомель, Беларусь, – 2006, –8 с.

7. <https://hydro-test.ru/gidrotastery-i-pribory-diagnostiki-gidrosistem/>.

8. Дрыгин, М. Ю. Разработка стационарного диагностического комплекса для одноковшовых карьерных экскаваторов: наук. дис. ... канд. техн. наук. – Кемерово, 2012. –179 с.