УДК 621.878.23-182.38

ПРОБЛЕМЫ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СИСТЕМ КАРЬЕРНЫХ БУЛЬДОЗЕРОВ

Реске Д.А.[1] – студент,
Ерофеева Н.В.[2] – к.т.н, доцент,
[1] Филиал ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» в. г. Междуреченске
Россия, г. Междуреченск
[2] ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»
Россия, г. Кемерово

Актуальность проблемы обусловлена значительными экономическими потерями предприятий из-за простоев дорогостоящей спецтехники. Работа бульдозеров на горных предприятиях проходит в сложных условиях при строгих требованиях к рентабельности. С ростом глубины карьеров, увеличения объемов вскрышных работ и ужесточения сроков отработки месторождений, эффективность эксплуатации бульдозеров становится критическим фактором экономической эффективности горных предприятий. Бульдозер является ключевым звеном технологического процесса в горнодобывающей промышленности, обеспечивая выполнение широкого спектра вспомогательных операций (рисунок 1). Его основная роль заключается в перемещении вскрышных пород и полезных ископаемых на короткие расстояния, планировке рабочих площадок и отвалов, содержании карьерных дорог, зачистке забоев и подготовке фронта работ для основного оборудования. Экстремальные условия эксплуатации бульдозера, характеризующиеся постоянными динамическими нагрузками и абразивным воздействием грунта на рабочие органы, являются первоисточником большинства технических проблем, а совокупность механических и климатических воздействий ускоряет процессы усталостного разрушения, определяющие основной спектр отказов в работе систем.



Рисунок 1 – Бульдозер Komatsu D85EX-15E0 в условиях карьера [1]

Эксплуатационная надежность гидравлических систем является ключевым фактором бесперебойной работы тяжелых бульдозеров в условиях карьера. Практика эксплуатации машин на предприятиях показывает, что основная часть отказов гидросистемы вызвана загрязнением рабочей жидкости и износом уплотнительных элементов. Процесс восстановления работоспособности начинается с точной диагностики, включающей визуальный осмотр на предмет утечек масла, проверку уровня и состояния жидкости в баке, а также анализ рабочих параметров системы под нагрузкой. Характерными признаками неисправностей служат самопроизвольный подъем и опускание отвала, замедленная реакция на команды управления, рывки и неравномерность движения гидроцилиндров, а также повышенный шум работы гидронасоса. Для определения места неисправности используется поэтапная проверка: начинают с контроля герметичности всех соединений и состояния внешних маслопроводов, проверяют работоспособность предохранительных и редукционных клапанов, после чего диагностируют основные узлы – гидронасосы, гидрораспределители золотникового типа и гидроцилиндры. Стандартной процедурой диагностики является проверка на подсос воздуха в зоне всасывающего тракта, который проявляется в пенообразовании масла в бачке и неустойчивой работе системы.

При анализе гидравлических систем выявлены характерные виды износа. На штоках цилиндров рабочего оборудования (подъема/опускания отвала) обнаруживается продольный абразивный износ с одной стороны, вызванный постоянными боковыми нагрузками при работе отвала под углом. В гильзах цилиндров рабочего оборудования образуются кольцевые выработки в зонах реверса поршней, где абразивные частицы вызывают интенсивный износ поверхности. Золотниковые пары распределителей, установленные в корпусах гидрораспределителей на раме бульдозера, подвержены задирам наиболее часто в используемых рабочих положениях «подъем отвала», а крыльчатки пластинчатых насосов демонстрируют кавитационную эрозию при нарушениях герметичности всасывающей магистрали. На торцевых поверхностях пластин и внутренней поверхности статора пластинчатого насоса наблюдаются характерные ячеистые повреждения, вызванные схлопыванием пузырьков пара и газа в рабочих камерах насоса.

Капитальный ремонт гидроцилиндров является наиболее востребованной восстановительной операцией, включающей полную разборку узла с последующей дефектовкой, в ходе которой детально осматривают шток и внутреннюю поверхность гильзы на предмет задиров, царапин и сколов. Наиболее характерным повреждением является продольный задир на штоке, приводящий к нарушению герметичности уплотнений и утечке жидкости. После завершения дефекта производится замена изношенных манжет, уплотнительных колец и сальников. При восстановлении гидронасоса и распределителя заменяют плунжерную группу, изношенные золотники и подшипники, а также выполняют притирку клапанов. Критически важным этапом является промывка всей системы специальной жидкостью с использованием передвижной фильтровальной установки. После сборки и заливки свежего масла выполняют

удаление воздуха путем поочередной прокачки каждого гидравлического контура – для этого несколько раз перемещают рычаг управления вперед и назад до упора. Эффективность ремонта подтверждается испытаниями под рабочей нагрузкой, в ходе которых контролируют отсутствие утечек, стабильность давления во всех режимах и точное возвращение золотников распределителя в нейтральное положение. Выявленные закономерности износа (продольные задиры штоков в зонах бокового давления, кольцевые выработки гильз в точках реверса, задиры золотников в рабочих положениях, кавитация и подсос воздуха) позволяют перейти от планово-предупредительного ремонта к прогнозирующему техническому обслуживанию. Его внедрение, например, замена уплотнений на полиуретановые и использование передвижных фильтровальных установок, обеспечивает увеличение межремонтных интервалов и снижение эксплуатационных затрат.

Таким образом, обеспечение надежности гидравлических систем карьерных бульдозеров представляет собой комплексную научно-техническую проблему, имеющую существенное экономическое значение для горнодобывающих предприятий. Проведенный анализ показывает, что экстремальные условия эксплуатации с постоянными динамическими нагрузками и абразивным воздействием обуславливают специфические закономерности износа компонентов гидросистемы. Выявление этих закономерностей позволяет осуществить переход от планово-предупредительного ремонта к прогнозирующему техническому обслуживанию. В отличие от системы регламентных работ, привязанных к календарным срокам, прогнозирующий подход основывается на мониторинге фактического состояния узлов. Например, знание о том, что продольные задиры штоков образуются преимущественно при боковом нагружении отвала, позволяет организовать целенаправленный контроль именно этого параметра и заменять уплотнения в цилиндрах при обнаружении начальных стадий износа, а не по истечении установленного периода. Анализ связи кавитационного разрушения пластин насосов с загрязненностью жидкости дает возможность обслуживать фильтровальные системы по фактическому состоянию рабочей среды. Такой подход обеспечивает устранение дефектов на этапе их возникновения, оптимизирует использование ресурсов и предотвращает неплановые простои техники.

Список литературы:

1. Фото бульдозера Komatsu D85EX-15E0 // Официальный сайт Komatsu. – URL:https://www.komatsu.ru/catalog/stroitelnaya-i-gornaya-tekhnika/buldozer/d85ex-15e0/ (дата обращения: 19.11.2025).