

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор ФГБОУ ВО «Тульский
государственный университет»
по научной работе, д.т.н., проф.
Кухарь Владимир Денисович



2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию БУЛЕСА Петера
на тему: «Обеспечение надежности работы карьерных гидравлических экска-
ваторов при их эксплуатации на открытых разработках России»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.05.06 - Горные машины

Актуальность темы диссертации. Увеличение объемов открытого
способа разработки твердых полезных ископаемых в РФ в значительной сте-
пени зависит от эффективности работы широко применяемых одноковшо-
вых карьерных канатных и гидравлических экскаваторов большой мощности
с ковшами вместимостью от 12 м³.

В настоящее время на горных предприятиях РФ в эксплуатации нахо-
дятся около 180 механических лопат отечественного производства заводов
ИЗ «Картекс» и «УЗТМ» с ковшами вместимостью 12...32 м³, а также около
20 мехлопат с ковшами 35...55 м³ компаний Caterpillar, P&H (США) и
Taiyuan NM Group (Китай), наряду с которыми работают порядка 300 карь-
ерных гидравлических прямых и обратных лопат с ковшами вместимостями
12...45 м³, поставленными, преимущественно, компаниями Komatsu Mining
Germany (KMG), Liebherr, а также Hitachi и в меньшей степени Caterpillar.

Среди весьма значимых внешних факторов, оказывающих отрицатель-
ное воздействие на надежность гидравлических экскаваторов, а, следова-
тельно, и на их производительность, прежде всего, следует упомянуть не-
своевременность замен расходных и изнашивающихся элементов как гидрав-

лических, так и механических систем машин, которая может и должна быть устранена современной организацией сервисного их обслуживания и ремонта.

Однако до настоящего времени в технической литературе, посвященной исследованиям КГЭ, не нашли должного отражения вопросы связанные с повышением их надежности (готовности к эксплуатации) за счет применения такой стратегии замен выработавших свой ресурс компонентов их систем, которая, базируясь на статистически обоснованных сроках их наработки, обеспечивала бы оптимальные эксплуатационные затраты по их эксплуатации за оговоренный срок службы КГЭ, а поэтому, проведение дальнейших исследований в этой области, остается актуальным.

Обоснованность и достоверность защищаемых положений.

Сформулированные в диссертации защищаемые положения являются результатом выполненных автором исследований. Они вполне достоверно научно обоснованы. Их содержание охватывает круг вопросов, сформулированных диссертантом при разработке темы диссертации. Суть выполненной работы отражена в следующих трех защищаемых положениях:

1. Оценку показателей надежности систем гидравлического экскаватора и его готовности в целом следует производить с учетом последовательности функционального взаимодействия всех его компонентов на основе разработанной универсальной структурной блок-схемы экскаватора

Автором на основе анализа конструкций КГЭ типа РС установлено, что все функциональные группы гидравлического и механического оборудования имеют последовательное с позиций надежности взаимодействие, поскольку отказ одной из групп приводит непосредственно к отказу всего экскаватора в смысле полноценной его эксплуатации, хотя и сохраняет (частично) возможность функционирования его отдельных элементов и агрегатов. Предложена универсальная обобщенная структурная блок-схема, отражающая функциональные связи компонентов, как гидравлических систем, так и основных механизмов в общей структуре ГЭ. Разработана классификация про-

стоек и отказов ГЭ по 17-ти категориям и 143 компонентам, определен необходимый перечень и объем статистической информации для оценки надежности экскаваторов, эксплуатирующихся на карьерах РФ, Австралии и Колумбии, получены конкретные массивы данных по их надежности. Уровень полученной информации достаточен для оценки надежности исследуемых объектов с доверительной вероятностью $\gamma \geq 0,9$ и относительной ошибкой $\sigma \leq 0,2$.

На основании рассмотренного материала можно судить о доказанности научного положения.

2. Комплект технической базы КГЭ и технологические карты периодической замены его изнашивающихся компонентов, разработанные на основе их систематизации на сбалансированные по ресурсу группы с учетом установленных законов распределения наработок на отказ, обеспечивающие достижение заданного уровня готовности и выбранного срока службы экскаватора до заданных пределов.

Автор предложил оригинальный и, на наш взгляд, правомерный подход в разработке комплекта технической базы заменяемых компонентов экскаватора, заключающийся в группировке основных компонентов механических и гидравлических систем КГЭ производства компании KMG в комплекты с одинаковой наработкой до отказа (ресурсу). На основе разработанной технической базы составляются технологические карты замен компонентов, средней часовой стоимости запчастей и трудозатрат сервисного персонала, необходимых для осуществления превентивного обслуживания машины.

3. Закономерность снижения базового уровня надежности КГЭ с увеличением срока эксплуатации машины, обуславливающая снижение текущих показателей МТBF и увеличение МТTR по сравнению с нормативными. Предложено понятие временного фактора старения оборудования, позволяющего учесть повышение расходов на заменяемые компоненты и соответствующие трудозатраты и обоснованно определить стратегию выбора рациональных сроков службы КГЭ на горных предприятиях.

Рассматриваемое положение является весьма важным для горной практики, поскольку позволяет обоснованно определить стратегию выбора рациональных сроков службы КГЭ на горных предприятиях.

Автором на основе результатов многочисленных экспериментальных исследований установлена закономерность снижения базового уровня надежности КГЭ с увеличением срока эксплуатации машины, обуславливающая снижение текущих показателей среднего времени между отказами МТBF и увеличение среднего времени ремонта МТTR по сравнению с нормативными.

4. Математическая модель оценки стоимости эксплуатации и технического обслуживания экскаватора, разработанная в соответствие с технологическими картами замены компонентов, отличающаяся учетом ставки дисконтирования и временного фактора снижения надежности оборудования в результате его старения, позволяющая определить границу нулевого дохода, установить минимально допустимую производственную стоимость 1 м³ отгружаемого материала, а также обосновать выбор целесообразного срока работы экскаватора до списания.

Процесс оптимизации технического обслуживания КГЭ требует использования математической модели, позволяющей учитывать временные изменения стоимостных показателей эксплуатации КГЭ, осуществляемой в соответствии с предлагаемым алгоритмом замен изнашивающихся компонентов, обеспечивающим заданный высокий уровень его готовности к работе и оптимизацию расходов на эксплуатацию в течение выбираемого срока службы до списания.

Автором разработана математическая модель, позволяющая эксплуатационнику на стадии приобретения КГЭ запланировать необходимую длительность его жизненного цикла с учетом конкретного срока отработки предназначенного для него месторождения и финансовых возможностей предприятия, а также предусмотреть систему поставок и плановых замен необходимых компонентов.

Научная новизна работы. В результате выполненных исследований установлены: последовательные функциональные связи систем и механизмов КГЭ, позволяющие оценить уровень его надежности в целом; сроки наработки и последовательность замен выработавших ресурс компонентов КГЭ для обеспечения заданного уровня его готовности к эксплуатации; зависимости снижения базового уровня надежности оборудования КГЭ от временного фактора при увеличении срока его службы, обуславливающие снижение текущих показателей MTBF и увеличение MTTR по сравнению с нормативными. Разработана математическая модель оценки изменения стоимостных показателей эксплуатации КГЭ, позволяющая оптимизировать расходы на эксплуатацию в течение устанавливаемого срока его работы до списания с учетом ставки дисконтирования, темпа снижения надежности оборудования в результате его старения.

Практическая ценность работы. Разработаны номенклатура фиксируемых отказов и методики оценки коэффициентов готовности применительно к КГЭ; комплект технической базы экскаваторов компании KMG, учитывающий стоимость, сроки службы и нормы трудовых затрат на замену и обслуживание их компонентов; регламентные таблицы-графики комбинированной замены компонентов, являющиеся основой оптимальной стратегии обслуживания КГЭ, устанавливающей сроки периодических замен компонентов с учетом часовой стоимости компонентов и трудозатрат на их замену и обслуживание.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации. Результаты диссертационных исследований рекомендуются к использованию научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями и профильными заводами горной промышленности при модернизации имеющихся и разработке новых гидравлических экскаваторов, а также организации их сервис-мониторинга на карьерах. Кроме того, результаты исследований могут использоваться преподавателями, аспирантами и магистрами горных вузов и факультетов.

Программы замен компонентов реализованы на экскаваторах РС 3000 месторождении кимберлитовых руд «им. Гриба» «Верхотинского ГОКа Архангельского региона, и РС 5500 железорудного карьера ОАО «Карельский Окамыш», а также на экскаваторах типа РС ЗАО «АК АЛРОСА» и ОАО ХК «Якутуголь».

Кроме того, результаты исследований используются компанией Komatsu Mining Germany при разработке новой модели гидравлического экскаватора РС 7000.

Замечания по диссертации.

1. Более половины объема (18 стр. из 29) первой главы посвящено описанию мирового уровня экскаваторостроения с гидравлическим приводом и сравнительному анализу механических и гидравлических лопат. Для доказательства преимуществ гидравлических экскаваторов можно было бы обойтись существенно меньшим объемом.

2. Недостаточно в полной мере в 2-ой главе диссертации освещены вопросы выбора типов гидравлических экскаваторов как объектов изучения и используемой методики проведения экспериментальных исследований.

3. В главе 4 при выборе приемлемого срока эксплуатации конкретного экскаватора предлагается основываться на данных расчетов, учитывающих величины текущего ежегодного дохода и накопленных суммарных расходов (рис. 4.15). Почему в этом случае не учитывается величина суммарных ежегодных доходов и учитывался ли вообще этот параметр при разработке математической модели оценки стоимости эксплуатации и технического обслуживания экскаватора.

4. Требуется пояснения предложенный автором временный фактор старения оборудования, и каким образом с его помощью производится учет повышения расходов на заменяемые компоненты и соответствующие трудозатраты.

5. Слишком объемные выводы по диссертации (вывод 5 и др.). Их конкретизация могла бы содействовать только лучшему пониманию полезности выполненных исследований.

Заключение по диссертации.

Диссертационная работа Булеса Петера на тему «Обеспечение надежности работы карьерных гидравлических экскаваторов при их эксплуатации на открытых разработках России» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему.

В диссертации на основании выполненных автором исследований изложены научно обоснованные технические решения, внедрение которых может внести значительный вклад в развитие горнодобывающей промышленности России.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения ВАК о порядке присуждения», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Булес Петер, достоин присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.05.06 – «Горные машины»

Основные положения, результаты работы и отзыв на нее обсуждались на заседании кафедры геотехнологий и строительства подземных сооружений Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тульский государственный университет».

Протокол № 5 от 31 августа 2016 г.

Председатель:
зав. кафедрой ГиСПС, д.т.н., проф.

Н.М. Качурин

Секретарь:
к.т.н., доцент каф. ГиСПС

Г.В. Стась

300012, г. Тула, пр. Ленина 92,
ФГБОУ ВПО «Тульский государственный
университет», тел. 8(4872) 25-71-06,
toolart@mail.ru

