

Научная статья

УДК 622.002.05

DOI: 10.26730/1816-4528-2024-3-63-70

Андреева Людмила Ивановна

Челябинский филиал Института горного дела Уро РАН

E-mail: tehnozem74@list.ru

ОЦЕНКА РЕМОНТНОЙ ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА**Информация о статье**

Поступила:

29 мая 2024 г.

Одобрена после

рецензирования:

15 июля 2024 г.

Принята к печати:

15 августа 2024 г.

Опубликована:

12 сентября 2024 г.

Ключевые слова:

ремонтная технологичность, сборочная единица, показатели оценки, экскаватор, структурная схема, технологическая карта

Аннотация.

Представлен анализ подходов к исследованию и расчету ремонтной технологичности экскаваторов циклического действия отечественного производства, определены основные показатели, позволяющие оценить оперативную и экономическую стороны ремонтной технологичности: время в ремонте, трудозатраты на выполнение ремонтных операций и затраты денежных средств на ремонт техники. Проанализирован методический подход к детализации экскаватора как к технической системе, позволяющий учитывать реальные возможности качественного выполнения всех операций по ремонтному обслуживанию экскаваторов. Предложены методы, позволяющие формировать качественную исходную информацию для анализа и расчета ремонтной технологичности: метод сплошных и выборочных наблюдений, метод периодических наблюдений и метод моментных наблюдений. Представлен подход к качественному и количественному анализу ремонтной технологичности сборочных единиц одноковшовых экскаваторов циклического действия, включающий все компоненты, позволяющие качественно подойти к этапу разработки технологических карт (регламентов) на ремонтное обслуживание машин и с большой долей вероятности стандартизировать процессы с высоким качеством и приемлемыми затратами. Приведены примеры разработки технологических карт (регламентов) для отечественных горнодобывающих предприятий, которые успешно применяются в ремонтных службах основных и вспомогательных цехов в качестве материала, позволяющего планировать ремонты, рассчитывать количество участников процесса, производить выбор средств механизации, приспособлений и оснастки, кроме того, проводить оценку знаний ремонтного персонала мер безопасного выполнения работ, определять трудозатраты и затем оплачивать результаты труда.

Для цитирования: Андреева Л.И. Оценка ремонтной технологичности одноковшовых экскаваторов отечественного производства // Горное оборудование и электромеханика. 2024. № 3 (173). С. 63-70. DOI: 10.26730/1816-4528-2024-3-63-70, EDN: ZOLNZR

Экскаваторы отечественного производства составляют основу парков технологических экскаваторов в горнорудной отрасли РФ и СНГ:

- ✓ железнорудная отрасль – 98%;
- ✓ угольная – свыше 60%;
- ✓ добыча руд цветных и драгоценных металлов – более 40%;
- ✓ предприятия стройиндустрии – более 80%;
- ✓ горнохимического сырья – 45%.

В регионах России и СНГ работает более 6100 ед. экскаваторной техники и 134 ед. шагающих драглайнов [1,5].

От работоспособности этой техники зависит устойчивая работа горнодобывающих предприятий.

По мере совершенствования, модернизации и создания новых типов экскаваторов увеличилась их номенклатура, изменились основные параметры и схемы управления. Увеличение парка и усложнение конструкций экскаваторов требует совершенствования технического и технологического обеспечения их ремонтного обслуживания.

Важная роль в этом вопросе отводится обеспечению ремонтных служб разрезом качественной ремонтно-технологической документацией.

Действующие в отраслях Руководства по капитальному ремонту экскаваторов определяют общие положения по организации ремонта, устанавливают основные технические требования к качеству отремонтированных деталей, наладке и испытаниям экскаваторов после ремонта.

В то же время «Единые правила техники безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом» требуют проводить ремонты по технологическим картам, разработанным на основании прогрессивных нормативов и методов ремонта, эксплуатационных документов заводов-изготовителей и практического опыта ремонтных предприятий.

Основной характеристикой приспособленности изделий к проведению ремонтов является ремонтная технологичность [2].

Необходимо отметить, что экскаваторы циклического действия мало исследованы в отношении их ремонтной технологичности, т.е. приспособленности ко всем видам ремонтных воздействий, о чем свидетельствуют их длительные простои в ожидании и производстве ремонта, поиска необходимых средств механизации, инструмента и приспособлений (~ 40% времени от КФВ). Прежде чем приступить к разработке технологических карт, как правило, проводится исследование ремонтной технологичности сборочных единиц, дается оценка ее показателям для совершенствования технологических процессов ремонта и целесообразности разработки средств механизации. Это позволяет в дальнейшем оптимизировать затраты на ремонт, сократить время простоев и значительно повысить работоспособность машин.

Исследование целесообразно проводить по следующим этапам:

- детализация сборочных единиц основных типов экскаваторов;
- выбор показателей оценки и нормирования ремонтной технологичности;
- формирование исходной информации для оценки ремонтной технологичности;
- определение значений показателей ремонтной технологичности сборочных единиц;
- количественный и качественный анализ ремонтной технологичности сборочных единиц экскаваторов [3,4].

Дадим некоторые пояснения к каждому этапу.

Детализация сборочных единиц основных типов экскаваторов.

Следует отметить, что экскаваторы циклического действия мало исследованы в отношении их ремонтной технологичности, а длительные простои экскаваторов в различных видах ремонтов указывают на их недостаточную ремонтпригодность, т.е. приспособленность к ремонтным воздействиям [5,6].

На первом этапе эксплуатации одноковшовые экскаваторы как объекты технического обслуживания и ремонта должны быть структурно детализированы до сборочных единиц.

При анализе конструкции экскаватор как система разбивается на ряд подсистем по функциональ-

ным признакам, каждая из которых в свою очередь разделяется на крупные сборочные единицы I порядка.

«Глубина» разборки должна учитывать реальные возможности качественного выполнения работы в условиях ремонтного предприятия или открытой ремонтной площадки.

Анализ и расчет показателей ремонтной технологичности экскаватора производится методом структурных схем. Структурную схему детализации объекта с указанием ступеней «вхождения» его составных частей разрабатывают на основании Р 50-54-69-88, ГОСТ 3.1102-2011 [7,8].

Структурная схема детализации экскаватора и его подсистем должна отвечать следующим требованиям:

- содержать в себе весь состав изделия, изображаемый в виде прямоугольников, в которых вписаны названия элементов и сборочных единиц и указано их количество;
- пояснять, «куда входит» элемент, сборочная единица и «что входит» в подлежащие разборке сборочные единицы;
- разделяться на уровни в соответствии со степенями вхождения каждого элемента изделия в следующем порядке: объект, изделие, система, подсистема, сборочная единица I порядка, сборочная единица II порядка, сборочная единица III порядка и т.д. Первичным является отдельный элемент.

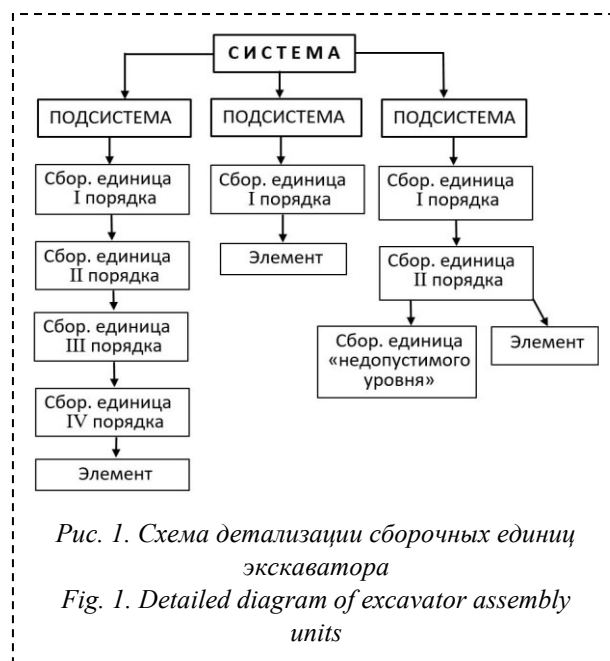


Схема детализации сборочных единиц представлена на Рис. 1.

Выбор показателей оценки и нормирования ремонтной технологичности.

В соответствии с ГОСТ 27.002-2015 [1] определены следующие термины и определения характеристик надежности:

Ремонтпригодность – свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и к поддержанию и восста-

новлению работоспособности проведением технического обслуживания и ремонтов.

Ремонтная технологичность – свойство конструкции машин и их сборочных единиц, которое характеризуется их приспособленностью к ремонтным работам, осуществляемым с целью восстановления их работоспособности и ресурса.

Основными свойствами ремонтной технологичности являются: взаимозаменяемость, контролепригодность, доступность, блочность, легкоосъемность.

Совокупность вышеперечисленных свойств обеспечивает ремонтную технологичность при техническом обслуживании и ремонте экскаваторов.

Исходя из предназначения машин, характера выполняемых ими функций и других факторов, основное внимание при установлении состава показателей и их оценке необходимо уделять показателям собственно ремонтной технологичности.

В зависимости от выполняемых функций и условий эксплуатации экскаваторов, а также содержания ремонта и технического обслуживания выбирается определенный состав основных показателей ремонтной технологичности.

В качестве основных показателей, оценивающих оперативную и экономическую стороны ремонтной технологичности, целесообразно рассматривать время пребывания машины в ремонте, трудоемкость (трудозатраты) выполнения ремонтных воздействий и затраты денежных средств [9].

При проведении производственно-технического аудита горнодобывающих предприятий и при оценке эффективности ремонтных служб *среднее время ремонта i-го вида* рассчитывалось по формуле:

$$T_{\text{рем.}i} = \int_0^{\infty} t_{\text{рем.}i} \times f_{\text{рем.}i}(t) dt;$$

где $t_{\text{рем.}i}$ – случайное время проведения ремонта i-го вида;

$f_{\text{рем.}i}$ – плотность вероятности времени i-го ремонта.

Средняя трудоемкость ремонта i-го вида:

$$S_{\text{т.рем.}i} = \sum_{f=1}^F \times \sum_{l=1}^{Li} t_{fli};$$

где Li – перечень и количество операций ремонта данного вида;

t – среднее оперативное время, затрачиваемое «f» – исполнителем на выполнение «l» – операций ремонта данного вида.

$\sum_{f=1}^F$ – количество исполнителей операций ремонта данного вида.

Средняя стоимость ремонта i-го вида:

$$C_{\text{рем.}i} = C_{\text{т.з.}i} + C_{\text{з.ч.}i} + C_{\text{м.}i};$$

где $C_{\text{т.з.}i}$ – стоимость оперативных трудозатрат на проведение ремонта i-го вида;

$C_{\text{з.ч.}i}$ – стоимость запасных частей, используемых при ремонте i-го вида;

$C_{\text{м.}i}$ – стоимость материалов, используемых при ремонте i-го вида.

Стоимость одного машино-часа готовности (МЧГ):

$$C_{\text{маш.-ч.}} = \frac{\sum Z_{\text{ТОиР}}}{\text{МЧГ}};$$

$$\text{МЧГ} = T_{\text{КФВ}} - \sum T_{\text{ТО}} - \sum T_{\text{пл.р.}} - \sum T_{\text{ав.р.}} - \sum T_{\text{пер.}};$$

где $\sum Z_{\text{ТОиР}}$ – сумма затрат на техническое обслуживание и ремонт;

$T_{\text{КФВ}}$ – календарный фонд времени;

$\sum T_{\text{ТО}}$ – суммарное время на проведение технического обслуживания;

$\sum T_{\text{пл.р.}}$ – суммарное время на проведение плановых ремонтов;

$\sum T_{\text{ав.}}$ – суммарное время на ремонты, связанные с отказом техники;

$\sum T_{\text{пер.}}$ – суммарное время на перерывы, простои по режиму.

В качестве основного показателя ремонтной технологичности экскаваторов при подготовке и разработке технологических карт (регламентов) была определена трудоемкость проведения ремонтных работ [10].

Формирование исходной информации

Этот этап является одним из основных в исследовании ремонтной технологичности, так как практическая ценность полученных результатов зависит в первую очередь от качества исходной информации. Основными целями этого этапа стали:

- определение количественных значений характеристик ремонтной технологичности при ремонте;
- установление нормативов затрат времени, труда и денежных средств на ремонт;
- определение содержания работ по проведению ремонта.

Качество получаемой информации обуславливается методами и условиями проведения наблюдений (метод сплошных и выборочных наблюдений, метод периодических наблюдений и метод моментных наблюдений). Применение того или иного метода, как правило, определяется характером решаемой задачи, количеством машин и рядом других факторов [11,12].

В качестве источников информации при выполнении работ использовались данные первичных и сводных хронокарт, технологических документов, отчетных документов предприятия, производящего ремонт экскаваторов, данные, полученные с помощью автоматизированных систем.

При анализе конструкции экскаваторов были учтены замечания и предложения механиков разрезов и машинистов экскаваторов.

Продолжительность и трудоемкость всех видов ремонта, отдельных операций оценивалась при рациональной организации работ.

Определение затрат времени на выполнение операций всех видов ремонта осуществлялось с помощью хронометража; кроме затрат времени в хронокарту заносилось количество исполнителей, проводящих ремонт с указанием их разрядов. Во время хронометража фиксировалось только оперативное время, затрачиваемое на выполнение ремонтных операций, которое затем делилось на основное и вспомогательное.

При решении вопроса о количестве объектов наблюдений учитывается случайный характер показателей ремонтной технологичности, обуславливаемый разнообразием конструкций экскаваторов, попадающих в разряд изучаемых, различные усло-

вия проведения ремонта, различные объемы и содержание ремонтных работ.

С учетом всех этих обстоятельств под контроль бралось как можно большее число экскаваторов без разделения их по срокам службы, так как ремонтная технологичность машины мало изменяется, несмотря на модернизации, проводимые в ходе капитальных и текущих ремонтов на горнодобывающем предприятии [13].

Определение значений показателей ремонтной технологичности

Показатели ремонтной технологичности, как правило, рассматриваются с учетом их использования как нормативов в технологических картах на ремонт сборочных единиц и экскаваторов в целом.

В качестве основного показателя ремонтной технологичности сборочных единиц в данном исследовании, как было отмечено, выбрана трудоемкость выполнения ремонтных операций сборки и разборки систем и подсистем экскаватора.

Для случайных величин (t_i) трудоемкости выполнения отдельных ремонтных операций при ремонте сборочной единицы определяется *среднее значение трудоемкости* по формуле [14]:

$$S_{i, \text{рем.}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{m};$$

где m – количество значений величины t_i .

Суммарное значение трудоемкости ремонта сборочной единицы рассчитывается по формуле:

$$S_r = \sum_{i=1}^N n_i S_{i, \text{рем.}};$$

где n_i – количество однотипных операций при ремонте;

N – количество технологических операций ремонта сборочной единицы.

Определение оперативной трудоемкости и трудоемкости вспомогательных и подготовительных операций производилось на основе выборочных хронометражных наблюдений и экспертных оценок.

Показатели ремонтной технологичности должны определяться для каждой сборочной единицы и для каждого типа экскаватора.

Количественный и качественный анализ ремонтной технологичности сборочных единиц одноковшовых экскаваторов

Качественный анализ ремонтной технологичности производился как на машине в целом, так и по отдельным основным агрегатам, сборочным единицам и элементам, подлежащим ремонту на основании:

- анализа конструкции экскаватора и его механизмов, узлов по рабочим чертежам;
- анализа инструкций по «Техническому обслуживанию и эксплуатации экскаваторов», «Технического описания» и «Паспорта»;
- анализа указаний по ремонту, особенностям сборки-разборки, удобству выполнения операций смазки и регулировки, приспособленности и контролю технического состояния;
- анализа унификации деталей и сборочных единиц, количества и типоразмеров крепежных

деталей и подшипников качения, количества и номенклатуры инструмента, приспособлений;

- анализа возможности и удобства надзора за состоянием систем и подсистем в процессе эксплуатации;
- анализа возможности замены отказавших или изношенных деталей (элементов) при минимальном объеме разборки узла;
- анализа возможности применения подъемно-транспортных средств при выполнении сборочно-разборочных работ;
- анализа конструктивных улучшений, направленных на повышение ремонтной технологичности;
- анализа затрат на проведение ремонтов;
- анализа замечаний и предложений эксплуатационного и ремонтного персонала по улучшению ремонтной технологичности экскаваторов.

Количественная оценка ремонтной технологичности предполагает определение значений основных и вспомогательных показателей, характеризующих затраты времени, труда и денежных средств на ремонт экскаваторов [15,16].

Полученные при этом данные являются исходным материалом для разработки нормативов на производство ремонтных работ.

Оценка конструктивных особенностей экскаватора осуществлялась путем определения их количественных характеристик, которые затем сравнивались с такими же характеристиками других типов экскаваторов.

Сравнением количественных значений показателей трудоемкости отдельных экскаваторов или отдельных узлов определяется степень унификации, стандартизации и взаимозаменяемости сборочных единиц.

Обобщение и анализ результатов качественной и количественной оценок в отношении ремонтной технологичности позволяют улучшить конструктивные решения и устранить технологические недоработки.

Разработка типовых технологических карт на ремонт основных типов одноковшовых экскаваторов

Основное значение технологических карт на ремонт сборочных единиц состоит в том, чтобы дать горнодобывающим и ремонтным предприятиям информацию по технологии ремонта, оборудованию, приспособлениям и инструменту для операций сборки-разборки и регулировки систем и подсистем экскаватора.

Следует обратить внимание на то, что отсутствие технологических карт (регламентов) неизбежно приводит к снижению качества ремонта горной техники, бесконтрольному использованию всех ресурсов, включая финансовую составляющую. Разработка подобной ремонтной документации позволяет стандартизировать технологический процесс, упорядочить последовательность операций и при наличии квалифицированного персонала значительно повысить качество ремонтов.

Как уже отмечалось выше, предварительная оценка ремонтной технологичности сборочных единиц экскаватора на основе качественного и количественного анализа позволит достаточно точно спланировать каждый вид ремонтных воздействий, оптимизировать все потребляемые ресурсы и отремонтировать машину в заданные сроки по приемлемой стоимости.

Технологический процесс ремонта экскаватора циклического действия состоит из следующих основных этапов (Рис. 2):

- подготовка экскаватора для выполнения основных ремонтных операций;
- установление технического состояния экскаватора, его систем и подсистем;
- выполнение сборочно-разборочных работ;
- осуществление операций по устранению повреждений или восстановлению ресурса;
- контроль качества выполнения операций.

Каждый из этих этапов технологического процесса ремонта отличается назначением и характером решаемой задачи, составом применяемого оборудования и оснастки, видом выполняемых работ

[4].

Для каждого вида работ составляется регламент технологических операций, включающих затраты труда на их выполнение, параметры технологического процесса и особые условия выполнения работ; за каждой технологической операцией закрепляется ответственный за ее выполнение на требуемом уровне.

При стандартизации условий работы ремонтного персонала учитываются возможности повышения безопасности труда посредством освоения установленных для рабочего места стандартов безопасной и эффективной работы.

Технологические карты разрабатываются на основании систем стандартов ЕСКД «Ремонтные документы», ЕСТД «Технологические документы» ЕСТПП «Технологическая подготовка производства», «Правила безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом» ПБ05-356-00 (п.244), предназначенных для персонала предприятий, занимающихся ремонтным обслуживанием горной техники.

Заключение

Деятельность предприятий горной промышлен-

	ПРИМЕЧАНИЕ: При необходимости использовать компрессор.						Работать в рукавицах и касках.
	ДЕМОНТАЖ РАБОЧЕГО ОБОРУДОВАНИЯ						
4	Рис. 25. Демонтаж рукояти с ковшом						При производстве работ пользоваться переносными площадками, оборудованными перилами. При необходимости пользоваться монтажными поясами.
1	Опустить ковш. Расплющить и выбить ось, соединяющую канат механизма открывания днища ковша (МОДК) и рычаг рукояти. Смотать канат на барабан механизма открывания ковша.	Автоген Комплект слесарного инструмента Кувалда Молоток	Сварщик Слесарь	1 2 2	V IV III	6,3	Не допускать ударов свободным концом каната. Работать согласованно с напарником. Не находиться сзади работающего кувалдой
2	Поднять ковш и выдвинуть рукоять горизонтально.	Экскаватор Комплект слесарного инструмента Кувалда Молоток Лом монтажный Ключи гаечные	Маш.экс. Слесарь	1 2 2	V IV III	5,7	Всем членам ремонтной бригады перед проведением операции ознакомиться (под роспись) с технологией производства работ. Не находиться в зоне движения рукояти.
3	Установить рабочее оборудование экскаватора до упора пятой ковша в грунт. Установить и закрепить приспособление для удержания седловых подшипников (11075.41.70) тягами (1, 2) в положение «Г», закрепить тяги осями (4) и винтами (6) в отверстиях седловых подшипников.	Вышка монтажная Приспособление для закрепления седлового подшипника Канат Набор слесарного	Слесарь	2 2	IV III	6,8	Не находиться в зоне опускания рукояти с ковшом. Работать на высоте с монтажным поясом. Соблюдать личную осторожность. Проверить надежность установки приспособления.

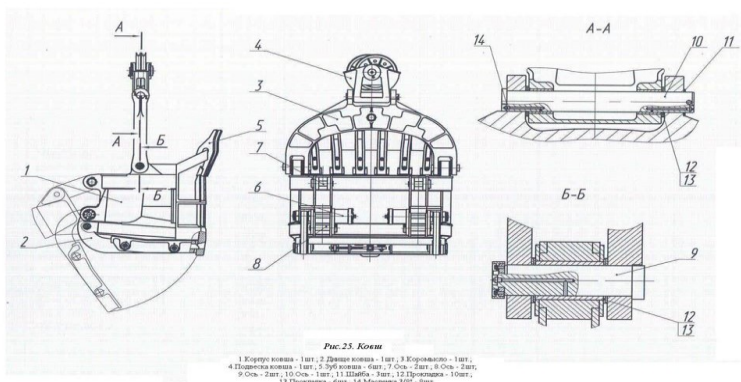


Рис. 2. Фрагмент технологической карты
Fig. 2. A fragment of the technological map

ности регламентируется значительным количеством документов, инструкций, которые, в большей части, уделяют внимание техническим аспектам производства. Для эффективной организации производства этого недостаточно.

Разработка стандартизированных технологических регламентов на основе исследования и оценки ремонтной технологичности каждой единицы техники и ее составляющих (узлов, агрегатов, металлоконструкций), вариантов размещения сборочных единиц, компоновка самого экскаватора позволит следующее:

- оптимизировать трудовые ресурсы (взаимувязка ремонтного и эксплуатационного персонала в трудовых процессах);
- повысить уровень полезного использования техники и материальных ресурсов (возможность подойти к техническим возможностям использования горной техники);
- сократить потери времени в плановых ремонтах и ремонтах по отказу техники (увеличение межремонтного периода);
- повысить уровень профессионализма обслуживающего персонала (обучение и проверка знаний работников);
- обеспечить стабильность и безопасность работы подразделений и служб предприятия.

Необходимо отметить, что заводы-изготовители горной техники также совершенствуют свои подходы к процессам конструирования и изготовления машин, в частности экскаваторов цикличного действия, а именно:

- ✓ Применяют 3D-проектирование, что в сочетании с использованием современных высокопрочных сталей обеспечивает увеличение надежности и долговечности узлов.
- ✓ Сокращают номенклатуру запасных частей за счет высокой степени унификации канатного и реечного экскаватора.
- ✓ Увеличивают ресурс редукторов до капитального ремонта до 50 тыс. часов.
- ✓ Улучшают доступ к механизмам за счет расширения зоны обслуживания и проходов.
- ✓ Повышают долговечность и экономичность электрооборудования (возможность применения более экономичного электропривода переменного тока).
- ✓ Совершенствуют конструкцию кабинного модуля повышенной комфортности с помещением для отдыха, улучшенной обзорностью рабочей зоны и трассы передвижения.
- ✓ Устанавливают информационно-диагностическую систему.
- ✓ Устанавливают централизованную автоматическую систему смазки с применением современных смазок.
- ✓ Работают над новым оригинальным эстетическим дизайном экскаваторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дрыгин С. Ю., Обросов С. Я. Состояние экскаваторного парка разрезов Кузбасса, проблемы и пути решения // Сборник научных статей Между-

народной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов». Новокузнецк : Изд-во СибГИУ, 2002. С. 185–187.

2. Щадов М. И., Ефимов В. Н. Оценка технического состояния горнотранспортного оборудования и его техническое перевооружение как основа эффективности развития открытой угледобычи Кузбасса // Горное оборудование и электромеханика. 2008. № 7. С. 6–17.

3. Герике Б. Л., Богомолов И. Д., Дрыгин С. Ю. Анализ технического состояния экскаваторного парка угольных разрезов Кузбасса // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2014. № 6–1(43). С. 46–49.

4. Андреева Л. И. Методология формирования технического сервиса горно-транспортного оборудования на угледобывающем предприятии: дис. докт. техн. наук – Екатеринбург, 2004. 297 с.

5. Анистратов К. Ю., Конопелько С. А. Оптимальный срок службы карьерных одноковшовых экскаваторов с электрическим приводом // Горная промышленность. 2012. С. 8–12.

6. Анистратов К. Ю., Стремилев В. Я., Гасанов Р. Г. Методика определения оптимальных сроков службы техники при техническом перевооружении горнодобывающего предприятия. // Горная промышленность. 2012. С. 34–37.

7. Рекомендации Р 50-54-69-88 «Единая система технологической документации. Расчет применимости деталей и сборочных единиц в изделии с использованием вычислительной техники». Введ. 1989-01-07. М. : Ротапринт ВНИИИМАШ Госстандарта СССР, 1988. 8 с.

8. ГОСТ 3.1102-2011 «Единая система технологической документации. Основные надписи. Общие положения». Введ. 2011-01-01. М. : Издательство Стандартифо, 2020. 8 с.

9. Бойко Г. Х. Горное оборудование Уралмашзавода / Коллектив авторов. Ответственный редактор-составитель Г. Х. Бойко. Екатеринбург : Уральский рабочий, 2003. 240 с.

10. Боярских Г. А., Куклин Л. Г. Теория старения машин. Екатеринбург, 1998. 190 с.

11. Ганин А. Р., Донченко Т. В., Шибанов Д. А. Современные инженерные решения и практический опыт эксплуатации карьерных экскаваторов ЭКГ-18Р / 20К производства «ИЗ-КАРТЭКС» // Горное дело. 2014. № 1(2). С. 40–47.

12. Ганин А. Р., Донченко Т. В., Шибанов Д. А. Практические результаты внедрения экскаваторов новой продуктовой линейки ООО «ИЗ-КАРТЭКС» имени П.Г. Коробкова» на горных предприятиях России // Горная промышленность. 2013. № 2. С. 6–9.

13. Глебов А. В., Репин Л. А. Оценка эффективности применения мехлопат и гидравлических экскаваторов в условиях Кузбасса // Горное оборудование и электромеханика. 2013. № 6. С. 20–22.

14. ГОСТ 4.377-85. Система показателей качества продукции. Экскаваторы одноковшовые. Номенклатура показателей. Введ. 1987-01-01. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2002. 8 с.

15. Докукин А. В., Фролов А. Г., Позин Е. З. Выбор параметров выемочных машин. М. : Наука, 1976. 144 с.

16. Кантович Л. И., Хромой М. Р., Сайдаминов И. А. Анализ конструкций и параметры техно-

логического нагружения основных механизмов гидравлического экскаватора // Горный информационный аналитический бюллетень. М. : МГГУ, 2002. №3. С. 113–116.

© 2024 Автор. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Андреева Людмила Ивановна, гл. науч. сотр., доктор техн. наук, Челябинский филиал Института горного дела Уро РАН, (г. Челябинск, ул. Энтузиастов, 30, оф.718), tehnorem74@list.ru

Заявленный вклад авторов:

Андреева Людмила Ивановна – постановка исследовательской задачи; обзор соответствующей литературы; формирование структуры основных задач; аналитические расчеты; формулировка заключения.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

DOI: 10.26730/1816-4528-2024-3-63-70

Lyudmila I. Andreeva

Chelyabinsk branch of the Institute of Mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

*E-mail: tehnorem74@list.ru

ASSESSMENT OF THE REPAIR MANUFACTURABILITY OF SINGLE-BUCKET EXCAVATORS OF DOMESTIC PRODUCTION



Article info

Received:

29 May 2024

Accepted for publication:

15 July 2024

Accepted:

15 August 2024

Published:

12 September 2024

Keywords: repair manufacturability, assembly unit, evaluation indicators, excavator, block diagram, technological map

Abstract.

The analysis of approaches to the study and calculation of the repair manufacturability of excavators of cyclic action of domestic production is presented, the main indicators are identified that allow us to assess the operational and economic aspects of repair manufacturability: repair time, labor costs for performing repair operations and the cost of money for repairing equipment. The methodological approach to detailing the excavator as a technical system is analyzed, which allows taking into account the real possibilities of high-quality performance of all excavator repair operations. Methods are proposed that allow the formation of high-quality initial information for the analysis and calculation of repair technology: the method of continuous and selective observations, the method of periodic observations and the method of instant observations. An approach to qualitative and quantitative analysis of the repair technology of assembly units of single-bucket excavators of cyclic action is presented, including all components that allow a qualitative approach to the stage of developing technological maps (regulations) for the repair of machines and, with a high degree of probability, standardize processes with high quality and acceptable costs. Examples of the development of technological maps (regulations) for domestic mining enterprises are given, which are successfully used in the repair services of main and auxiliary workshops as a material that allows you to plan repairs, calculate the number of participants in the process, select mechanization tools, devices and equipment, in addition, assess the knowledge of repair personnel of measures for safe performance work, determine labor costs and, then, pay for the results of work.

For citation: Andreeva L.I. Assessment of the repair manufacturability of single-bucket excavators of domestic production. Mining Equipment and Electromechanics, 2024; 3(173):63-70 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2024-3-63-70, EDN: ZOLNZR

REFERENCES

1. Drygin S.Yu., Obrosovo S.Ya., Gerike P.B. The state of the excavator park of Kuzbass sections, problems and solutions. Collection of scientific articles of the International scientific and practical conference "High-tech technologies for the development and use of mineral resources". Novokuznetsk: SibGIU Publishing House; 2002. Pp. 185–187.
2. Shchadov M.I., Efimov V.N. Assessment of the technical condition of mining and transport equipment and its technical re-equipment as the basis for the effectiveness of the development of open-pit coal mining in Kuzbassa. *Mining equipment and electromechanics*. 2008; 7:6–17.
3. Gerike B.L., Bogomolov I.D., Drygin S.Yu. Analysis of the technical condition of the excavator park of the Kuzbassa coal mines. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2014; 6–1(43): 46–49.
4. Andreeva L.I. Methodology for the formation of technical service of mining and transport equipment at a coal mining enterprise: dissertation. Technical sciences – Yekaterinburg, 2004. – 297 p.
5. Anistratov K.Yu., Konopelko S.A. Optimal service life of single-bucket excavators with electric drive. *Mining industry*. 2012. Pp. 8–12.
6. Anistratov K.Yu., Stremilov V.Ya., Hasanov R.G. Methodology for determining the optimal service life of equipment during technical re-equipment of a mining enterprise. *Mining industry*. 2012. Pp. 34–37.
7. Recommendations P 50-54-69-88 "Unified system of technological documentation. Calculation of the changeability of parts and assembly units in production using computational technology." Introduction 1989-01-07. M.: Rotaprint VNIINMASH of the USSR State Standard; 1988. 8 p.
8. GOST 3.1102-2011 "Unified system of technological documentation. The main inscriptions. General provisions". Introduction. 2011-01-01. Moscow: Standardinfo Publishing House; 2020. 8 p.
9. Boyko G.H. Mining equipment Uralsmashwater / A team of authors. The responsible editor is the compiler G.H. Boyko. Yekaterinburg: Uralsky Rabochy; 2003. 240 p.
10. Boyarskikh G.A., Kuklin L.G. The theory of aging of machines. Ekaterinburg, 1998. 190 p.
11. Ganin A.R., Donchenko T.V., Shibanov D.A. Modern engineering solutions and practical experience in the operation of EKG-18R/20K quarry excavators manufactured by IZ-KARTEX. *Mining*. 2014; 1(2):40–47.
12. Ganin A.R., Donchenko T.V., Shibanov D.A. Practical results of the introduction of excavators of the new product line of P.G. Korobkov IZ-KARTEX LLC at mining enterprises in Russia. *Gornaya industry*. 2013; 2:6–9.
13. Glebov A.B., Repin L.A. Evaluation of the effectiveness of the use of mechanical shovels and hydraulic excavators in the conditions of Kuzbass. *Mining equipment and electromechanics*. 2013; 6:20–22.
14. GOST 4.377-85. A system of product quality indicators. Single-bucket excavators. The number of indicators. Introduction 1987-01-01. Moscow: IPK Publishing House of Standards; 2002. 8 p.
15. Dokukin A.B., Frolov A.G., Pozin E.Z. The choice of parameters of excavation machines. M.: Nauka; 1976. 144 p.
16. Kantovich L.I., Khromoy M.R., Saidaminov I.A. Analysis of structures and parameters of technological loading of the main mechanisms of a hydraulic excavator. *Mining information analytical bulletin*. Moscow: MGSU; 2002. № 3. Pp. 113–116.

© 2024 The Author. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the author:

Andreeva Lyudmila Ivanovna, chief researcher, Dr. Sc. in Engineering, Chelyabinsk branch of the Institute of Mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, (Chelyabinsk, st. Entuziastov, 30, office 718), tehnorem74@list.ru

Contribution of the authors:

Andreeva L.I. – formulation of the research task; review of relevant literature; formation of the structure of the main tasks; analytical calculations; formulation of the conclusion.

All authors have read and approved the final manuscript.

