

Рис. 4. Фрагмент структурной схемы конструктивно-компоновочных связей узлов и деталей лебедки подъема экскаватора ЭКГ-10

УДК 622.271.022

## АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭКСКАВАТОРОВ ПРИ СИСТЕМЕ ФИРМЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ (часть 1)

Шибанов Д.А., менеджер продукта, Емельянов А.А., главный конструктор цеха ЭКГ-18Р/20К, ЭКГ-20КМ ООО «ИЗ-КАРТЭКС им. П.Г. Коробкова», Иванова П.В., аспирант, Иванов С.Л., профессор, Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург

В статье приведен анализ работоспособности карьерных электрических экскаваторов большой единичной мощности при системе фирменного сервисного обслуживания. Приведены результаты оценки простоев экскаваторов по его отдельным узлам и агрегатам, распределение простоев экскаваторов по его отдельным узлам и агрегатам.

**Ключевые слова:** карьерный электрический экскаватор, ремонт, плановые и аварийные простои, фирменное техническое обслуживание

## ANALYSIS SHOVEL EFFICIENCY WITH THE CORPORATE MAINTENANCE SYSTEM (PART 1)

Shibanov D.A., Emel'yanov A.A., Ivanova P.V., Ivanov S.L.

The article presents analysis of efficiency of large capacity electric mining shovels with the corporate maintenance system. The evaluation of shovel shutdowns for planned and emergency maintenance, the distribution of the shovel's downtime by its individual components are also analyzed in the article.

**Keywords:** electric mining shovel, repairs, planned and emergency downtime, brand maintenance

По данным технического мониторинга, фиксируемым ежемесячно, работы карьерных экскаваторов ЭКГ-18Р[1] производства ООО «ИЗ-КАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» за период их гарантийной эксплуатации 2012 по 2014 год на разрезах УК «Кузбассразрезуголь» [2] собрана статистическая база по их техническому сервису.

Согласно годовому графику ремонтного цикла, суммарная продолжительность технического обслуживания и ремонтов экскаватора ЭКГ-18Р составляет 894 часа в течение года.

Изменение продолжительности технического обслуживания и ремонта рассматриваемых экскаваторов представлено на рисунке 1 (экскаваторы №№ 1 и 2 - три года эксплуатации, экскаватор №3 - два года эксплуатации).

Внеплановое техническое обслуживание и ремонт экскаваторов в среднем составляет порядка 30% всех сервисных операций производимых на данных экскаваторах. Необходимо отметить, что все машины находятся на гарантийном фирменном обслуживании с полным техническим сопровождением. Объем запланированных сервисных операций в среднем на 17-22% (рисунок 2) меньше предусмотренных регламентом технического обслуживания и ремонта завода-изготовителя, при этом прослеживается тренд ее приближения к рекомендованной с увеличением срока эксплуатации экскаватора.

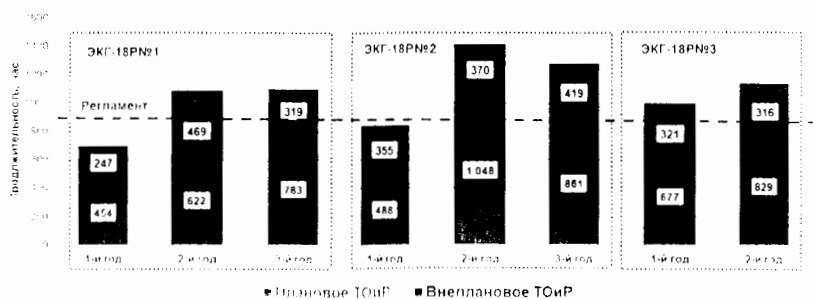


Рис. 1. Продолжительность технического сервиса по фактическому состоянию экскаваторов ЭКГ-18Р за первые три года эксплуатации

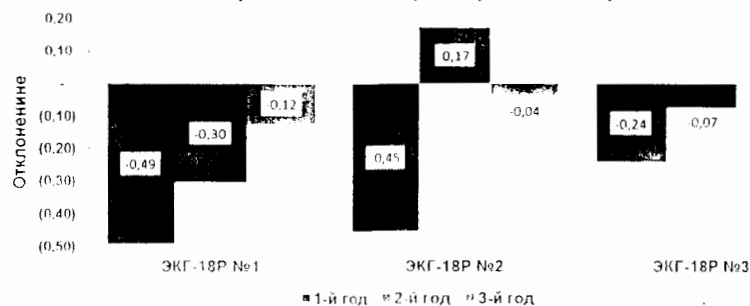


Рис. 2. Отклонение фактического объема планового ТОиР от работ по регламенту завода-изготовителя (ППР)

При оценке соотношения продолжительности незапланированных сервисных операций от плановых (рисунок 3), наблюдается нисходящий тренд доли внеплановых простоев от остановок на плановое обслуживание.

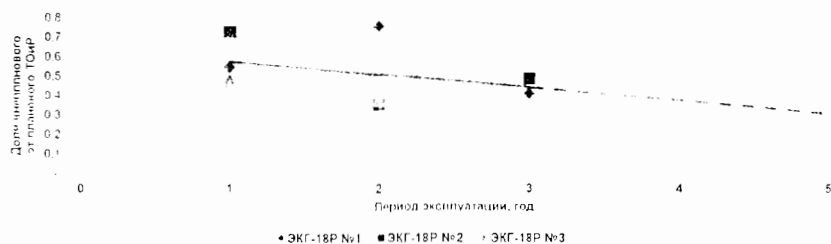


Рис. 3. Доля и ее прогноз внепланового технического обслуживания по фактическому состоянию от запланированного

Такая тенденция является обоснованной для фирменного сервисного обслуживания по фактическому состоянию. Однако, наличие unplanned простоев экскаваторов для проведения аварийного ТОиР при аналогичных системах технического сервиса должно стремиться к нулю. В тоже время ЭКГ-18Р являются новыми моделями экскаваторов, соответственно

недостаточно накоплен и апробирован опыт их обслуживания и диагностики (диагностических признаков). А также, можно предположить с большой долей вероятности, что условия эксплуатации экскаваторов учитываются не в полной мере или не учитываются вовсе.

С точки зрения суммарной продолжительности технического обслуживания и ремонтов доля внеплановых простоев также имеет нисходящий тренд (рисунок 4), при этом вероятно, что такая тенденция сохранится с увеличением срока эксплуатации.

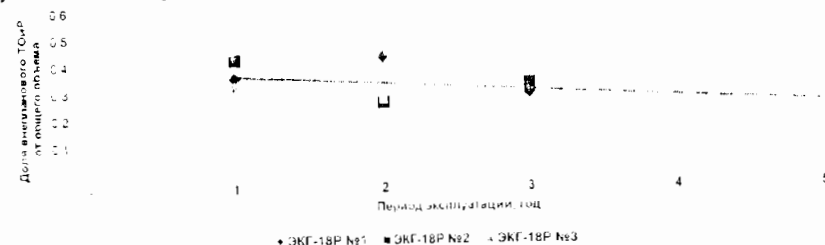


Рис. 4. Доля и ее прогноз внепланового технического обслуживания по фактическому состоянию от общего объема выполненного ТОиР

Если предположить, что рассматриваемые экскаваторы ЭКГ-18Р обслуживаются по регламенту завода-изготовителя, то есть по системе планово-предупредительного ремонта (ППР) и при этом продолжительность внепланового ТОиР сохранит свое абсолютное значение, то, в таком случае, доля аварийных простоев будет иметь восходящий тренд (рисунок 5)

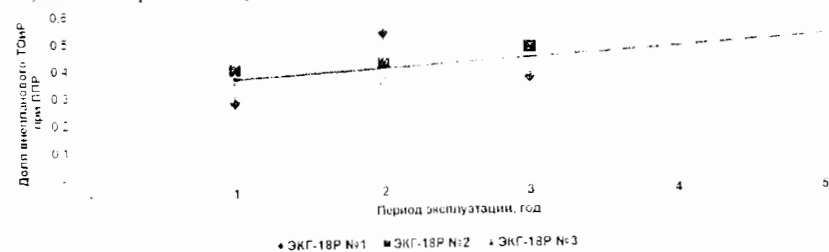


Рис. 5. Доля и прогноз внеплановых ТОиР при применении системы ППР (обслуживание по регламенту)

Таким образом, при сохранении уровня аварийных простоев (по факту), система обслуживания по регламенту является менее эффективной в сравнении с обслуживанием по фактическому состоянию, так как способствует увеличению доли аварийных простоев.

В свою очередь, процесс обслуживания по фактическому состоянию необходимо корректировать по влияющим в процессе эксплуатации внешним факторам. Проведена оценка изменения наработки экскаватора ЭКГ-18Р/20К до капитального ремонта при детерминированном изменении каждого из влияющих факторов в отдельности, с целью выявления степени этого влияния на изменение наработки.

По результатам моделирования [3] степень влияния отдельных факторов эксплуатации карьерных экскаваторов на величину наработки, вероятности аварийных отказов и, как следствие, остаточного ресурса распределялась в порядке снижения следующим образом: качество подготовки забоя и горной массы – до 32 %; управление экскаватором – до 29 %; техническое состояние экскаватора – до 27 % и горно-геологические и горно-технические факторы – до 12 %. Результаты моделирования согласуются с экспертной оценкой влияния факторов эксплуатации на величину наработки экскаваторов.

Установив связь между внешними условиями и внутренними процессами эксплуатации экскаватора на величину его наработки до капитального ремонта, была разработана методика определения необходимого обоснованного количества запасных частей и материалов карьерного экскаватора на период его эксплуатации и алгоритм корректировки графика сервисного обслуживания карьерных экскаваторов при проведении ТО и ремонтов по фактическому состоянию.

### Список литературы

1. Ганин А.Р. Развитие ряда экскаваторов класса 20-25 куб. м производства ИЗКАРТЭКС для горной промышленности / А.Р. Ганин, Т.В. Донченко, Д.А. Шибанов. Уголь. – 2015. – №8. С. 79-81
2. Ганин А.Р. Практические результаты внедрения экскаваторов новой продуктовой линейки ООО «ИЗКАРТЭКС имени П.Г. Коробкова» на горных предприятиях России / А.Р. Ганин, Т.В. Донченко, Д.А. Шибанов // Горная промышленность. – 2015. – №2. – С. 6-9.
3. Шибанов Д.А. Тарификация влияющих факторов на работу современных карьерных экскаваторов по себестоимости экскавации горной массы / Д.А. Шибанов, П.В. Иванова, С.Л. Иванов // Открытые горные работы в XXI веке. Материалы II международной научно-практической конференции. Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. – специальный выпуск 45-2. С. 24-32

УДК 622.271.022

## АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЭКСКАВАТОРОВ ПРИ СИСТЕМЕ ФИРМЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ (часть 2)

Шибанов Д.А., менеджер продукта, Емельянов А.А., главный конструктор проекта ЭКГ-18Р/20К, ЭКГ-20КМ ООО «ИЗКАРТЭКС им. П.Г. Коробкова», Иванова П.В., аспирант, Иванов С.Л., профессор. Санкт-Петербургский горный университет. г. Санкт-Петербург

*Статья является продолжением рассматриваемого вопроса о работоспособности карьерных электрических экскаваторов большой единичной мощности при системе фирменного сервисного обслуживания.*

**Ключевые слова:** карьерный электрический экскаватор, ремонт, плановые и аварийные простои, фирменное техническое обслуживание

## ANALYSIS SHOVEL EFFICIENCY WITH THE CORPORATE MAINTENANCE SYSTEM (PART 1)

Shibanov D.A., Emel'yanov A.A., Ivanova P.V., Ivanov S.L.

*This article is a continuation of the issue of the performance of the mining electric shovels of large capacity with the corporate maintenance system.*

**Keywords:** electric mining shovel, repairs, planned and emergency downtime, brand maintenance

В объемах работ по внеплановому техническому сервису большая часть (рисунок 6), порядка 49 %, приходится на восстановление работоспособности рабочего оборудования (РО-Attachment), далее по убывающей следуют восстановление и наладка электрических систем и системы управления (ЭС-Electricalsystems) - в среднем 24%, порядка 19 % приходится на работы по ходовой тележке (ХТ-Lower), и по 4% - на поворотную платформу (ПП-Upper) и вспомогательные системы и оборудование (ВО-Assistancesystems).

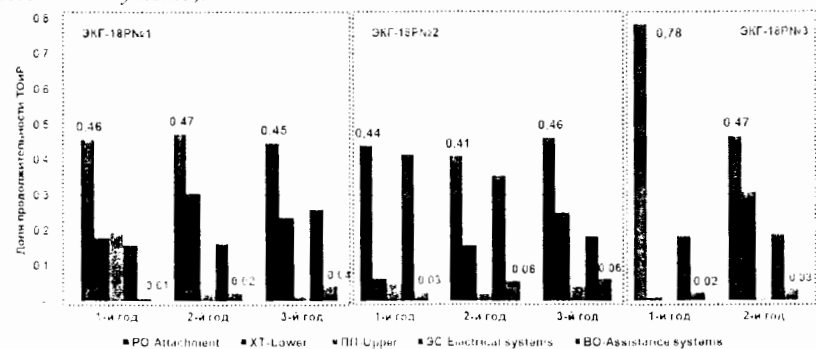


Рис. 6. Распределение доли продолжительности технического сервиса между узлами экскаваторов ЭКГ-18Р второго уровня

В случае рассмотрения продолжительности внепланового технического сервиса отнесенного к списочному составу обслуживаемой техники,

распределение между уровнями карьерных экскаваторов примет вид, представленный на рисунке 7.

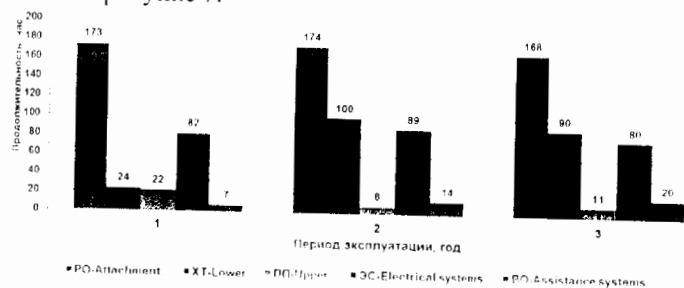


Рис. 7. Средняя продолжительность внепланового технического сервиса по узлам второго уровня карьерного экскаватора за первые три года эксплуатации экскаваторов ЭКГ-18Р

Большая продолжительность ремонтных воздействий может быть названа сложностью поиска неисправности, наладки или настройки оптимальных параметров для эффективной работы системы, а также высокими трудозатратами по восстановлению работоспособности узла. В связи с этим, необходимо проанализировать внеплановое ТОиР с точки зрения интенсивности работ по тому или иному узлу, а также оценить удельную продолжительность технического сервиса отдельных узлов карьерного экскаватора входящих в состав рассмотренных обособленных групп [4].

Оценка интенсивности внепланового технического сервиса выполняется на основе заявок на ТОиР, а их количественное выражение распределено по уровням систем у узлов карьерного экскаватора. Изменение количества ТОиР в относительном выражении к списочному составу обслуживаемых экскаваторов представлено на рисунке 8.

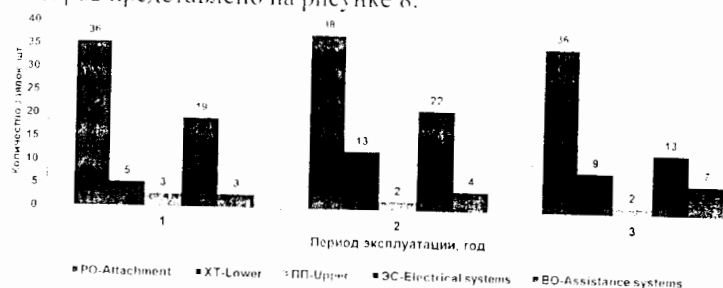


Рис. 8. Интенсивность внепланового ТОиР (по количеству заявок на ремонт) за первые три года эксплуатации экскаваторов ЭКГ-18Р

В количественном выражении доли между узлами экскаватора распределяются следующим образом: PO-Attachment - 52 %, ЭС-Electrical systems - 26 %, XT-Lower - 13 %, BO-Assistance systems - 7 % и оставшиеся 3 % приходятся на PO-Upper. В количественном выражении порядок распределения внепланового ТОиР по системам экскаватора нижних уровней не изменился в сравнении с продолжительностью восстановительных работ.

Однако произошло перераспределение весовости долей между узлами экскаватора, которая распределилась следующим образом (в порядке уменьшения количества измененных пунктов):

- по ходовой тележке снизилась с 19 до 13 % (десять пунктов);
- по рабочему оборудованию возросла с 49 до 52 % (три пункта);
- по вспомогательным системам возросла с 4 до 7 % (три пункта);
- по электрической системе и системе управления увеличение с 24 до 26 % (два пункта);
- поворотная платформа снизилась с 4 до 3 % (один пункт).

По графику зависимости среднего количества внеплановых ремонтных воздействий (рисунок 8) можно судить об определенной тенденции количества отказов того или иного узла в течение года на рассмотренном временном интервале. Однако наиболее достоверную информацию об изменении внеплановых сервисных операциях целесообразно получить по анализу изменения продолжительности технического сервиса узлов карьерного экскаватора, приходящуюся на одну заявку (рисунок 9).

На первом году промышленной эксплуатации экскаваторов ЭКГ-18Р наиболее трудоемкими были работы по техническому сервису поворотной платформы (ПП-Upper), а именно привод поворота и опорно-поворотное устройство, средняя продолжительность одного ремонта при этом составила 7,3 часа. На внеплановое проведение ТОиР рабочего оборудования (PO-Attachment), ходовой тележки (XT-Lower) и электрических систем (ЭС-Electrical systems) приходится удельная продолжительность в диапазоне 4,2...4,9 часа на один ремонт. Удельная продолжительность технического сервиса вспомогательных систем на первом году эксплуатации экскаваторов составила 2,3 часа.

Начиная со второго года эксплуатации карьерных экскаваторов ЭКГ-18Р, наблюдается интенсивное увеличение удельной продолжительности ремонта ходовой тележки с 4,4 до 7,9 часов, при этом намеченная тенденция наблюдается и на третьем году эксплуатации. Основная часть работ по ходовой тележке характеризуется ремонтными воздействиями по замене траков, шплинтовойке траков и натяжению цепи.

По остальным узлам за рассматриваемый период производительность технического сервиса, приходящаяся на один ремонт, остается постоянной, исключением является снижение удельной продолжительности работ по поворотной платформе на втором году эксплуатации.

При рассмотрении интенсивности отказов узлов, входящих в обособленные группы, наибольшее количество ремонтных воздействий приходится:

- на механизм открывания днища ковша - 18 случаев в год (в основном излом рычагов и обрыв каната);
- на привод подъема - 7,8 случаев в год (в основном регулирование положения концевой заделки подъемного каната на барабане лебедки, наладка параметров привода, преждевременная замена канатов);

- на ковш с подвеской - 6,9 случаев в год (регулирование механизма торможения ковша, замена зубьев, заварка трещин металлоконструкций и прочие);
- на траки гусеничного хода - 6,1 случаев в год (замена, шплинтовка, натяжение);
- на прочие элементы - два и менее случая в год.

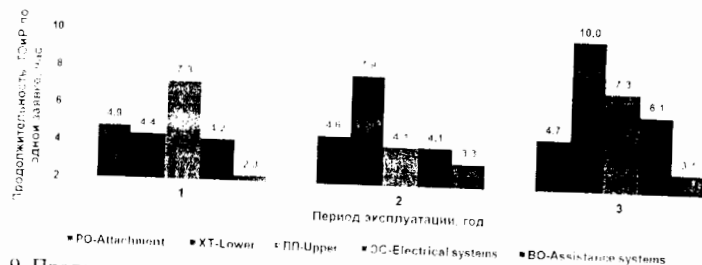


Рис. 9. Продолжительность одной заявки ТОиР узлов второго уровня экскаватора ЭКГ-18Р

Выполнение всех указанных операций предусмотрено годовым графиком ТОиР карьерных экскаваторов ЭКГ-18Р [5]. Характеристика данных работ как внеплановый технический сервис, свидетельствует о необходимости корректировки существующего подхода к ТОиР данного экскаватора от условий и режимов его эксплуатации.

Высокая динамика отклонения фактической продолжительности ТОиР от регламентной величины, а также одинаковый уровень продолжительности ТОиР приходящийся на одну заявку вызывают вопросы по эффективности фирменного сервисного обслуживания и качества его проведения. Необходимо создать условия для стимулирования завода-изготовителя сервисной и эксплуатирующей организацией эффективной работы экскаваторов, в том числе эффективного технического обслуживания и ремонта. Взаиморасчет между собственником экскаватора (в гарантийный период завод-изготовитель, далее горнодобывающее предприятие) необходимо производить, взяв за базу фиксированную продолжительность ТОиР. За базовый объем технического сервиса следует принять регламентную продолжительность ТОиР для нормальных условий эксплуатации экскаваторов. Соответственно базовый объем работ по техническому сервису стоит базовой величиной денежных средств. При отклонении фактических условий эксплуатации от нормальных необходима корректировка графика ТОиР, что приведет к корректировке величины денежных средств по оплате сервисных услуг.

Уточнение базовой стоимости и объемов работ по техническому обслуживанию необходимо уточнять по выявленным влияющим факторам, в частности по разработанной модели. При этом эффективное проведение технического обслуживания по фактическому состоянию имеет меньшую

трудоемкость и продолжительность, что приводит к минимизации затрат и увеличению прибыли от выполняемой деятельности. Такая структура взаимодействия «завод-сервис-предприятие» приводит к стимулированию эксплуатирующей организации к созданию благоприятных условий для эксплуатации техники, а завода-изготовителя и сервисной организации к минимизации затрат и повышению качества ТОиР.

### Список литературы

4. Анализ технического состояния карьерных экскаваторов / П.В. Иванова, С.Л. Иванов, С.Ю. Кувшинкин, Д.А. Шибанов, А.С. Фокин // Горное дело в XXI веке: технологии, наука, образование-1. Материалы Международной научно-практической конференции. Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2015. - Отдельный выпуск № 60-1. С.
5. Melnikov D. Digging up potential /DmitriyMelnikov, TarasDonchenko, Daniil Shibanov // World Coal. - 2016. – volum 25 number 10. P.36-41.

УДК 622.28

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАМ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

Еркетаев Е.С., ст. преподаватель

Рудненский индустриальный институт, г. Рудный, Республика Казахстан

*Настоящая статья освещает новый метод исследований нагрузок на кузов карьерного самосвала при транспортировке горной массы. По результатам исследований могут быть выработаны рекомендации при проектировании кузовов*

*Ключевые слова: транспортирование, горнорудный, карьер, автомобильный, капитальные вложения, ковш, исследования, унификация*

### METHODS OF EXPERIMENTAL RESEARCH BODY DUMP TRUCKS TO DYNAMIC LOADS Erketaev E.S.

*The present article covers the new method of stress research on the body quarry truck during transportation of the rock mass. According to the results of studies can be developed recommendations for the design of bodies.*

*Keywords: transportation, mining, quarry, motor-(car) attr, investments, scoop, dipper, study (smth.), unification.*

Для горнодобывающей промышленности Казахстана характерен большой удельный вес (около 70 %) добычи полезных ископаемых открытым способом. Он наиболее производительный, экономичный, безопасный и в ближайшей перспективе, по оценке экспертов, сохранит свое доминирующее положение. При этом способе важнейшим звеном технологического процесса является карьерный автотранспорт, широкое применение которого в горнодобывающих карьерах страны обусловлено его высокой маневренностью и мобильностью, автономностью и универсальностью, а