

КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ ЭКСКАВАТОРОВ НА БАЗЕ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

COMPUTER TREATMENT OF RESULTS OF EXCAVATOR TESTS ON THE BASIS OF THE SYSTEM OF STORAGE AND PROCESSING OF EXPERIMENTAL DATA

V. Glotova

Summary. The paper considers issues of an integrated approach to solving the problems of processing and analyzing operational test data. The main stages and principles of creating a database are outlined. The resulted results of the analysis of the test data spent on the basis of the developed system.

Keywords: database, data analysis, experiment; excavator.

Глотова Валентина Васильевна

*К.т.н., доцент, Научно-исследовательский московский
государственный строительный университет
valia.ivanv@yandex.ru*

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы комплексного подхода к решению задачи обработки и анализа данных эксплуатационных испытаний экскаваторов на основе разработанной базы данных. Изложены основные этапы и принципы создания базы. Приведены результаты анализа данных конкретных испытаний, проведенного на базе разработанной системы.

Ключевые слова: база данных, анализ данных, эксперимент; экскаватор.

Введение

Для дальнейшего совершенствования карьерных экскаваторов необходим всесторонний и качественный анализ реальной нагруженности его узлов и механизмов в условиях эксплуатации. Такой анализ наиболее полно может быть осуществлен на основе банка результатов эксплуатационных испытаний, включающего не только записи данных тензодатчиков, токов, напряжений, скоростей, моментов т.д., но и дополнительные реквизиты, характеризующие условия эксплуатации, а также служебную информацию.

Изложенное указывает на актуальность создания базы данных результатов исследовательских испытаний экскаваторов и анализ этих результатов.

Научная новизна предлагаемого решения заключается в комплексном подходе к обработке и анализу данных эксплуатационных испытаний экскаваторов на основе разработанной базы данных.

Постановка задачи

Шагающие экскаваторы являются циклическими машинами, работающими в различных горно-геологических условиях. Непостоянство условий эксплуатации не только в различных карьерах, но и при работе в одном забое (в зависимости от физико-механических свойств грунта, от методов работы машиниста и т.д.) обуславливает случайный характер картины нагруже-

ния элементов металлоконструкций, силовой и кинематической нагрузки механизмов. Экспериментальные данные, являющиеся результатом эксплуатационных испытаний экскаваторов, характеризуют нестационарный процесс, поэтому записи исследуемых величин являются реализациями случайных функций, а дискретные их представления — выборками генеральных совокупностей, отображающих случайные функции. При повторении рабочих циклов получаем «семейство» реализаций случайной функции. Рассматриваемые случайные функции — функции многих переменных, в том числе времени, условий эксплуатации, характеристик узлов и механизмов и т.д. методы их анализа являются методами исследования схоластических нестационарных процессов.

Основные этапы реализации задачи

Анализ работы различных авторов по методам работы с экспериментальными данными (в дальнейшем — ЭД) позволил выделить следующие проблемы в их получении и обработке [1]:

- ◆ планирование эксперимента (получение ЭД);
- ◆ качественная оценка ЭД;
- ◆ проблемы структуры, объема, записи и хранения ЭД;
- ◆ начальная обработка ЭД;
- ◆ анализ ЭД;
- ◆ представление выводов на языке технической задачи.

При планировании необходимо различать активный и пассивный эксперименты, а также решать вопрос об объеме получаемой информации для обеспечения достоверности выводов по результатам обработки ЭД. Этими вопросами занимается теория планирования экспериментов, частью которой является метод дисперсного анализа. Он позволяет проверить оказывают ли влияние на математическое ожидание случайных величин определенные факторы, которые можно произвольно изменять в ходе эксперимента, выбирать из них наиболее значимые и оценивать степень их влияния.

Качественная оценка ЭД включает следующие операции: отделение так называемых выбросов, противоречащих предварительной информации о правдоподобных границах изменения отдельных переменных; анализ характеристик рассеяния пар исследуемых величин, которые с большой степенью вероятности можно считать сильно связанными; контроль над методами сбора или получения ЭД, т.е. учет различий между наблюдателями (аппаратурой).

При классификации ЭД необходимо решать вопросы объединения информации в группы по каким-либо признакам, а также — какие характеристики измеряются по каждому объекту (экскаватору в нашем случае). Решение этих вопросов непосредственно связано с вопросами записи ЭД в банк в определенной форме с необходимым набором реквизитов, обеспечивающих в дальнейшем решение технических задач на основе всестороннего анализа ЭД.

Начальная обработка ЭД заключается в представлении информации, пригодной для анализа. При предварительном анализе ЭД часто применяют метод графического анализа. При начальной обработке данных эксплуатационных испытаний экскаваторов этот этап выражается в анализе осциллографических записей величин.

Анализ ЭД может осуществляться на основе различных методов при наличии банка данных. Все эти методы в той или иной степени должны быть связаны с теорией вероятности, т.к. из-за случайного характера исследуемых величин необходима количественная оценка степени неопределенности выводов при анализе ЭД.

Результаты анализа могут быть представлены в графической или иной форме.

Перечисленные проблемы возникают при работе с ЭД независимо от области, в которой проводятся исследования, в том числе и при эксплуатационных испытаниях экскаваторов [1].

На основе оценки экспериментальных данных эксплуатационных испытаний экскаваторов с учетом решения вышеперечисленных проблем сотрудниками НИИ МГСУ совместно с сотрудниками НИИтяжмаш разработана система хранения и обработки экспериментальных данных. Цели создания базы: автоматизация обработки ЭД и углубленный анализ состояния машин и факторов, влияющих на него.

При разработке системы решались проблемы классификации, объема, записи, хранения, анализа информации и представления выводов на языке технической задачи. При ее создании использовался принцип блочной структуры, что позволяет постоянно наращивать возможности системы, разрабатывая и отлаживая отдельно от нее новые блоки обработки с дальнейшим их подключением, не прерывая эксплуатацию системы в других режимах. Система состоит из головного модуля и унифицированных подпрограмм. Структура системы предполагает последовательное выполнение из заданного набора режимов работы, причем этот набор не ограничивается ни количеством режимов, ни их очередностью. Особенностью системы является возможность вызывать из банка и обрабатывать информацию как за весь рабочий цикл машины, так и за отдельную операцию, например, только величин, характеризующих операцию копания или поворота на выгрузку и т.д. Кроме того, при формировании массивов информации из данных по нескольким рабочим циклам предусмотрена возможность по цикловой обработке величин, т.е. вызванная из банка данных запись величины обрабатывается, и получаем одно число — характеристику (например, величину работы) за данный цикл, массив в этом случае получается из характеристик заданных циклов. Получаем для исследования случайную функцию характеристик циклов. В каждом из режимов формирования и обработки массивов информации предусмотрено подключение различных блоков обработки. В настоящее время разработаны следующие блоки:

- ◆ Получение статистических характеристик случайного процесса, в том числе математического ожидания, дисперсии, среднеквадратичного отклонения, коэффициента асимметрии, коэффициента эксцесса, ошибки среднего арифметического, достоверности среднего арифметического, стандартной ошибки асимметрии, стандартной ошибки эксцесса;
- ◆ Установление амплитудно-частотных характеристик исследуемой случайной величины с целью определения источников дополнительных частот;
- ◆ Расчет ресурсных оценок усталостной долговечности по методикам оценки приведенных эквивалентных напряжений и расчета вероятности

Таблица 1. Результаты измерений усилий в подвеске стрелы

№ машины	Точка	Кол-во циклов	T _ц , с	Статистические характеристики кг/см ²			
				X _{ср}	σ	X _{max}	X
1	C6	24	79	844	163,5	1353	908
	C7	22	81	886,5	202	1455	965
2	S	19	68	916	187	1415,5	978
3	C6	30	63	913,5	151	1415,5	978
	C7	19	62	931,5	166,5	1539,5	979,5

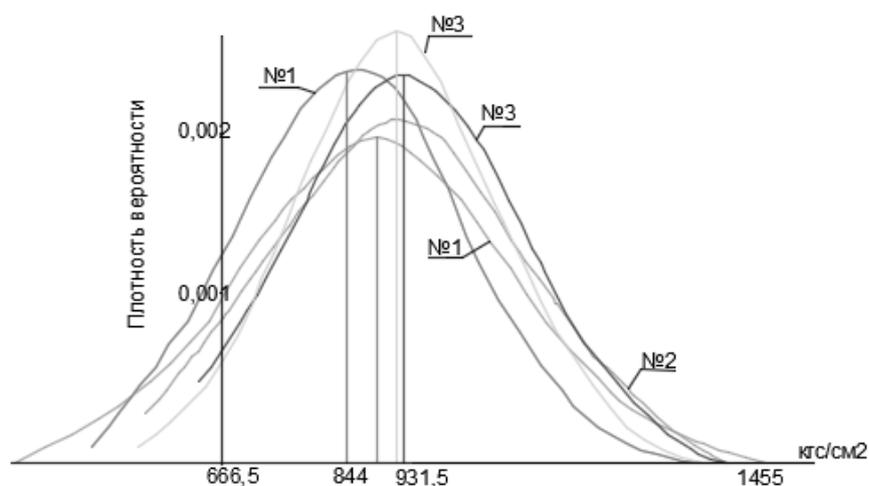


Рис. 1. ЭШ 40/85 Усилия в подвеске стрелы.

разрушения на основе скорректированной линейной гипотезы суммирования усталостных повреждений. В силу случайного характера прочностных характеристик металлов, используемых для изготовления металлоконструкций экскаваторов и напряжений в них от нагрузок, воспринимаемых ими в процессе работы машины, оценки ресурса должны рассматриваться в вероятностном аспекте;

- ◆ Получение значения эффективного тока;
- ◆ Получение нагрузочной диаграммы с определением коэффициентов по методикам расчета зубчатых передач на прочность.
- ◆ Расчет усилий в элементах металлоконструкций стрелы, канатах и вантах в течение рабочего цикла машины при заданных длинах подъемного и тягового канатов и усилия подъема с промежуточным расчетом координат центра масс системы: ковш, упряжь, грунт экскаваторов-драглайнов;

- ◆ Определение главных напряжений и их направлений в зоне исследуемого участка элемента металлоконструкций для расчета усталостной долговечности в случае плоско — напряженного состояния.

Блоки обработки подключаются к тем режимам работы системы, в которых формируются необходимые для их работы виды и количество исходных данных.

В дальнейшем при разработке новых блоков системы, обеспечивающих реализацию методов анализа ЭД, представляется целесообразным уделить внимание исследованию взаимосвязанных величин, исследованию моделей для детерминированных составляющих функции, разработке алгоритмов расчета усталостной долговечности при одноосном нагружении с учетом изменения во времени кривой усталости и при плоско — напряженном состоянии — с учетом различных критериев ее оценки, разработке математических мо-

делей рабочих процессов экскаваторов с целью анализа нагруженности металлоконструкций по ограниченному количеству исследуемых величин, исследованию вопросов стыковки данной системы с существующими вычислительными комплексами прочностного расчета конструкций.

Для анализа в банк данных были занесены результаты испытаний подвески стрелы ЭШ40/85, проведенные на трех машинах. Условия испытаний были одинаковые: грунт II–IV категории, мерзлота, суглинок, взорванный песчаник. В систему было внесено и обработано от 32 до 100 рабочих циклов с шагом квантования каждой величины 0,06с.

Был получен расчет статистических характеристик с учетом напряжения от собственного веса каждой величины. Для сравнения данные занесены в таблицу 1 и на рис. 1.

Где:

$T_{ц}$ — длительность цикла

$X_{ср}$ — среднее арифметическое значение

$\hat{\sigma}$ — среднеквадратичное отклонение

$X_{m_{ак}}$ — максимальное значение

X_{min} — минимальное значение

Сравнение результатов усилий в подвеске стрелы на трех машинах показали, что они отличаются незначительно, на 9–12%.

Дальнейший расчет ресурса работоспособности металлоконструкций подвески стрелы проводился методом расчета на прочность при нерегулярной нагруженности по скорректированной линейной гипотезе суммирования повреждений [2]

ВЫВОДЫ

Разработанная система хранения и обработки экспериментальных данных результатов испытаний экскаваторов и проведенный с помощью данной системы анализ данных конкретных испытаний дал возможность установить предельный ресурс, оказывающий влияние на вероятность разрушения металлоконструкций подвески стрелы при коэффициенте концентрации равном двум. На № 1–4,86*105 рабочих циклов с вероятностью разрушения 49,8%, на № 1–5*105 рабочих циклов с вероятностью разрушения 31,5%, на № 3–7,68*105 рабочих циклов с вероятностью разрушения 54,5%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оленев В. А. Повышение ресурса и надежности узлов мощных экскаваторов / Сб. науч. труд. Министерство тяжелого машиностроения СССР, НИИтяжмаш ПО «Уралмаш» ред. В. А. Оленев УЗТМ Свердловск / 1990 95с.
2. Когаев В. П. Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени: монография. М.: Машиностроение, 1993. — 364 с.

© Глотова Валентина Васильевна (valia.ivanv@yandex.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»



Научно-исследовательский московский государственный строительный университет