

1st International Conference - Reliability and Durability  
of Machines and Machinery Systems in Mining

1986 JUNE 16-18 SZCZYRK, POLAND

Г. ЭККАРДТ

Х. ГРОЛИК

Высшая техническая школа

им. Отто фон Гуерике

Магдебург, ГДР

КОНТРОЛЬ НАДЕЖНОСТИ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН

ПРИ ПОМОЩИ БОРТОВОГО КОМПЬЮТЕРА

**Резюме.** Применение бортовых компьютеров для повышения производительности подъемных машин открывает совершенно новые возможности контроля надежности находящихся под угрозой аварии узлов. Основные проблемы этой новой техники представлены в виде тезисов, которые между прочим однозначно характеризуют роль бортового компьютера. К важнейшим функциям, которые может выполнять компьютер, относятся:

- 1) Надзор (контроль) за границами (пределами) долговечности узлов подъемной машины, находящихся под угрозой аварии.
- 2) Пределы нагрузок узлов подъемной машины могут на ходу корректироваться и кодироваться в памяти компьютера.
- 3) "История" реальных нагрузок также может кодироваться. Это позволяет рассчитать период долговечности узла (элемента) устройства в любой момент использования.
- 4) Новое качество контроля долговечности устройства на базе данных бортового компьютера основывается на объективизации нагрузки, повышении качества прогноза и упрощении зависимости между нагрузками и долговечностью.

## 1. ВСТУПЛЕНИЕ

Если надежность понимать как свойство подъемной машины, основанное на исполнении запланированной функции при сохранении определенных параметров, то работа по обеспечению этой надежности ведется по двум принципиально разным, но имеющим одну и ту же цель направлениям:

- ориентация на надежность конструкции подъемной машины,
- контроль находящихся под угрозой аварии узлов эксплуатируемой подъемной машины.

Если по первому направлению проделана значительная работа (напр., [1]), то для второго созданы совершенно новые перспективы проникающими во все

области техники микрокомпьютерами. Это следует отнести и к функционированию подъемных машин, базирующемуся на вычислительной технике.

В то время как конструкция, усовершенствование которой связано с применением техники больших вычислительных машин, достигает все более высокого состояния, применение микрокомпьютеров при функционировании подъемных машин находится в самой начальной стадии развития.

## 2. ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН, БАЗИРУЮЩЕЕСЯ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ

Под действием, базирующемся на вычислительной машине, (на базе вычислительной машины) понимается в работе расширение и усовершенствование всех четырех основных функций подъемной машины (функции эксплуатации и необходимых для ее реализации функций управления, обслуживания и контроля) при использовании компьютера.

Речь идет как об (оптимальности) функции эксплуатации, об упрощении функций обслуживания и управления, так и об определении функции контроля [2].

Примерами могут быть увеличение скорости рабочих операций, уменьшение рабочих путей, программирование рабочих движений и контроль как за конечной позицией, положением противоречивым, за величинами процесса, так и за границами стабильности названных комплексов.

## 3. НОВОЕ КАЧЕСТВО КОНТРОЛЯ НАДЕЖНОСТИ

Практика показывает, что с помощью применения вычислительных машин на подъемных установках можно увеличить почти стабильные до сих пор границы производительности. В особенности это касается таких параметров производительности, как отношение масса - производительность или затраты рабочей силы (работы) обслуживающего персонала (обслуживания).

К общему состоянию (положению) техники уже сегодня относится контроль момента нагрузки (ползучих) кранов при помощи бортового компьютера (при помощи компьютера, установленного на борту крана). Можно, например, доказать: что бортовые компьютеры при соединении с существующими дорожными и динамическими системами могут, кроме надзора за устойчивостью равновесия, контролировать и другие величины надежности. Это требует только разработки определенной программы, а вводит совершенно новое качество надежности продукта.

Новые возможности основаны на том, что микрокомпьютер регистрирует в течение длительного времени возникающие нагрузки интересующих нас узлов, а позднее хорошо известное в определенном моменте "нагрузочное прошлое" ("прошлое нагрузки") может быть использовано для качественно лучшего прогноза "будущих" границ нагрузки.

Существует ряд причин расхождения между относительными возможностями и реальным применением.

Одной из причин является новый способ постановки задачи. Поэтому возникает необходимость представления основных проблем этой новой техники в виде тезисов.

#### 4. ТЕЗИСЫ, КАСАЮЩИЕСЯ БАЗИРУЮЩЕГОСЯ НА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ КОНТРОЛЯ ПОДЪЕМНЫХ МАШИН

1. Микрокомпьютеры все чаще применяются в качестве бортовых вычислительных машин с целью поддержки функционирования подъемных машин.

2. Под поддержкой компьютером функционирования понимается повышение качества, т.е. повышение производительности всех четырех основных функций подъемных машин: эксплуатационной функции, функций управления, обслуживания и надзора (контроля).

3. Надзор за границами (пределами) долговечности (живучести) находящихся под угрозой аварии узлов всегда является задачей первоплановой контроля надежности, базирующегося на данных бортового компьютера (на бортовом компьютере).

4. Серьезное несовпадение в прогнозах долговечности (живучести) на базе сегодняшних (существующих) методов установки эксплуатационной выносливости (прочности) основано на расхождении между предполагаемым (принимаемым, планируемым) и реальным (действительным) диапазоном (кругом) нагрузок данного узла (комплекса).

В фазе проектирования следует принимать такой диапазон (предел) нагрузок, который бы полностью охватил в будущем реальные нагрузки.

5. Стандартные (т.е. намеченные не на один конкретный случай применения) подъемные машины интерпретируются для конкретного диапазона нагрузки, хотя в действительности далеко от него отступают.

В принципе до сих пор нет гарантированных, типичных пределов нагрузки для типовых устройств подъемной техники. В этом второе основное противоречие применяемых на практике методов установки диапазонов нагрузки.

6. Существующие измерительные системы для подъездных путей и эксплуатационной нагрузки в случае применения бортового компьютера дают возможность (при разработанной специальной программе) установить пределы (диапазоны) параметров рабочих движений, режима работы и эксплуатационной нагрузки. Такие первичные пределы (диапазоны) с помощью бортового компьютера помогут рассчитать (вывести) пределы (диапазоны) нагрузок интересующих нас узлов, а результаты закодировать в памяти компьютера таким образом, чтобы при необходимости можно было в дальнейшем ими пользоваться [3].

7. Используя накопленную в памяти бортового компьютера информацию, касающуюся "прошлого" нагрузки ("нагрузочного прошлого", прошлых нагрузок), при помощи математических методов можно рассчитать долговечность (живучесть) на-

ходящихся под угрозой аварии узлов в любой момент их использования. Результаты этих расчетов могут быть представлены (подготовлены) в соответствующей (необходимой) форме.

8. Наиболее полезной и с технической точки зрения результативной формой доставки информации являются связанные с предостережениями числовые (цифровые) (показатели, индексы, указания) остатка времени эксплуатации таких находящихся под угрозой аварии узлов (комплексов), как приводы, несущие конструкции (силовые рамы), рабочие канаты или (соединительные тяги, связи) конвейеров периодического действия.

9. Три составные части качества контроля долговечности (живучести), базирующиеся на данных бортового компьютера, основаны на объективизации нагрузок (требований), повышении качества прогноза и упрощении зависимости между нагрузками и долговечностью (живучестью).

10. Объективизация нагрузок узлов путем кодирования в памяти бортового компьютера ("прошлого") нагрузок реализуется заменой принятого проектом (часто устаревшего) предела (диапазона) требований большим числом (количеством) реальных пределов нагрузок.

11. Повышение качества, т.е. усовершенствование с помощью бортового компьютера прогноза оставшегося времени эксплуатации находящихся под угрозой аварии узлов обосновывается тем, что вместе с прогрессирующим временем эксплуатации обремененное неопределенностью "будущее" нагрузки все больше становится известным "прошлом" нагрузки, т.е. прогноз нагрузки становится к концу времени эксплуатации детерминирующей информацией.

Установленное на этой основе оставшееся время эксплуатации обременено только неопределенностью арифметического (фиксирования, исчисления) долговечности (живучести).

12. Упрощение зависимости между нагрузкой узлов и прогнозом долговечности (живучести) реализуется путем замены сложных теоретических зависимостей эмпирическими соотношениями, замены принятых (планируемых) пределов (диапазонов) нагрузки реальными, а также путем упрощения проектирования размеров элементов узлов относительно их нагрузки.

13. Сложные зависимости между пределами нагрузки и прогнозом долговечности (живучести) можно упростить до промежуточных стадий, а в крайнем случае - до наиболее элементарной формы соотношения числовых величин (значений) (поиск полей типичных (характеристик) кривых).

14. Замена предполагаемых (планируемых) пределов нагрузки реальными в большинстве случаев дает повышение информационного значения прогнозов долговечности (живучести), которые в значительной степени превышают их же уменьшение из-за упрощения зависимости между нагрузкой и долговечностью (живучестью).

15. Контроль бортовым компьютером оставшегося времени эксплуатации узлов упрощает размеры элементов узлов относительно нагрузки настолько, что нет необходимости их интерпретации для большого предела возможных нагрузок. Вместо этого возникает уверенность в том, что этим узлам в принципе уже не грозит неожиданная (непредвиденная) авария.

16. Из-за упрощения зависимости между нагрузкой и долговечностью (живучестью) при контроле, базирующемся на бортовом компьютере, теряет значение разница между способами установки эксплуатационной выносливости или частичной безопасности.

17. При основном на данных бортового компьютера функционировании подъемных машин упрощение зависимости между нагрузкой и долговечностью (живучестью) противоречит необходимому требованию о коротком времени операций (т.е. коротком времени цикла порядка нескольких десятых секунды).

18. Во время эксплуатации, когда указываемое бортовым компьютером оставшееся время эксплуатации приближается к нулю, можно, используя другие приемы (визуальное исследование, исследование (усталостных царапин) и т.д.) и в зависимости от результатов возможной аварии, принять обоснованное решение об оставлении или замене данного узла.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Диедл, В.: Ориентированная на надежность конструкция технических систем. Диссертация Б., Технический университет. Дрезден, 1984.
- [2] Эккардт, Г.: О функционировании подъемных устройств, базирующемся на бортовом компьютере. Лифты и транспортные (средства) устройства. Берлин 24 /1984/6, стр. 164-166.
- [3] Йон, В.; Кюне, Г.: Указания для экспериментальной установки пределов нагрузки. Лифты и транспортные устройства (средства). Берлин 22/1982/10, стр. 297-301.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Jerzy ANTONIAK

Wpłynęło do Redakcji: luty 1986 r.

#### KONTROLA NIEZAWODNOŚCI MASZYN WYCIĄGOWYCH PRZEZ KOMPUTER

##### S t r e s z c z e n i e

Zastosowanie komputerów dla podniesienia wydajności maszyn wyciągowych otwiera całkiem nowe możliwości kontroli niezawodności zagrożonych awarią zespołów. Zasadnicze problemy tej nowej techniki przedstawiono w formie tez, w których między innymi określono jednoznacznie rolę komputera. Do najważniejszych funkcji, jakie może spełnić komputer, należą:

1. Nadzór nad granicami żywotności zagrożonych awarią zespołów maszyny wyciągowej.
2. Zakresy obciążeń zespołów maszyny wyciągowej mogą być na bieżąco korygowane i kodowane w pamięci komputera.

3. Historia obciążeń rzeczywistych może być również kodowana, co pozwala na obliczenie okresu żywotności zespołu urządzenia w dowolnym momencie użytkowania.
4. Nowa jakość kontroli żywotności urządzenia za pomocą komputera polega na obiektywizacji obciążenia, podniesieniu jakości prognozy i uproszczeniu zależności między obciążeniami a żywotnością.

#### CONTROL OF RELIABILITY OF HOISTING MACHINES BY A COMPUTER

##### S u m m a r y

The use of computers for improving efficiency of hoisting machines opens up new possibilities of controlling reliability of assemblies with a risk of failure. Main problems of that new technique are presented in the form of propositions, which among others determine the role of a computer. Main functions of a computer are as follows:

1. Control of the limits of the life of assemblies with a risk of failure.
2. Ranges of load of assemblies of hoisting machines can be corrected and encoded in the computer memory.
3. A history of real loads can be also encoded, which makes it possible to compute the period of the life of an assembly at a given moment of operational use.
4. New quality of the control of the life of a machine with the help of a computer consists in the objectivization of load, and the improvement of quality of forecasts and in simplification of dependences between load and life.