

INTERNATIONAL CONFERENCE: DYNAMICS OF MINING MACHINES  
DYNAMACH '89

В.В. ЗАМЕШИН, А.В. ДРУЖИНИН

М.Б. НОСЫРЕВ, А.Л. КАРЯКИН

Свердловский горный институт им. В.В. Вахрушева

Свердловск - СССР

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ  
РАБОТЫ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭКСКАВАТОРА

**Резюме.** Разработана адаптивная система управления нелимитирующим во времени приводом (подъема ковша или поворота платформы) одноковшового экскаватора, обеспечивающая снижение динамических нагрузок в электромеханическом оборудовании.

Современный экскаватор-драглайн, используемый для вскрытия месторождений полезных ископаемых, является мощной энерговооруженной машиной, механизмы которой испытывают значительные динамические нагрузки в процессе работы. Динамические перегрузки возникают в результате случайного характера сил, действующих на копающие механизмы экскаватора, изменения положения точек начала и окончания процесса копания и разгрузки ковша в каждом рабочем цикле в процессе отработки экскаваторного забоя, в результате ошибок машиниста.

В настоящее время решена задача ограничения нагрузок, действующих на механизмы экскаватора в процессе копания, и практически не рассматривались вопросы снижения интегральных нагрузок в электромеханическом оборудовании экскаватора во время транспортной операции. Это обусловлено сложностью построения адаптивных к горно-технологическим условиям эксплуатации экскаватора систем управления главными электроприводами. Вместе с тем длительность выполнения транспортных операций драглайном составляет 70-85% от длительности рабочего цикла, что делает актуальным решение задачи создания адаптивной системы формирования динамических режимов работы электромеханических систем экскаватора в процессе переноса ковша. Целью работы является создание систем адаптивного управления обеспечивающих оптимальный режим функционирования экскаватора как единой системы, уменьшение динамических нагрузок в переходных режимах работы электропривода, снижение затрат электроэнергии на выполнение полезной работы, снижение потерь энергии в электромеханическом оборудовании экскаватора. Предпосылкой создания систем

управления, реализующих перечисленные качественные улучшения обеспечивающие при этом максимальный эффект, является возможность достаточного простого регулирования стопорного тока и максимальной частоты вращения двигателей главных электроприводов экскаватора.

В процессе отработки блока забоя экскаватором-драглайном один из главных электроприводов механизмов подъема ковша или поворота платформы в зависимости от расположения координат характерных точек рабочего цикла является лимитирующим. Это позволяет, в зависимости от горно-технологических условий уменьшить динамические нагрузки на нелимитирующий электропривод.

Разработана система адаптивного управления приводом подъема ковша, позволяющая при малом изменении длины подъемного каната или большом угле поворота поворотной платформы драглайна из забоя в отвал снизить интегральные динамические нагрузки в электромеханическом оборудовании. Это достигается изменением формы механической характеристики привода подъема ковша, без увеличения длительности рабочего цикла.

Система работает таким образом, что по данным выборки из первых  $n$  рабочих циклов (где  $n$  - выборка, зависящая от типа экскаватора-драглайна и принятого способа отработки забоя) предварительно определяются средние значения высоты подъема ковша и угла поворота платформ, по которым идентифицируется лимитирующий электропривод. В случае, если лимитирует привод поворота платформы рассчитывается величина возможного уменьшения ускорения движения подъемного каната, при котором длительность подъема ковша не превышает длительность поворота платформы. В соответствии с расчетом определяют оптимальные настройки регуляторов системы автоматического управления приводом подъема ковша. В противном случае привод подъема ковша работает в номинальных режимах до тех пор, пока лимитирующим во времени по данным выборки из  $n$  циклов не станет привод поворота.

Выборка организована по принципу стека, причем стек заполняется до  $n$  значений, а затем каждое последующее значение, поступающее в выборку, вытесняет значение стоящее первым. Таким образом, при изменении конфигурации забоя в процессе отработки его драглайном и по мере отсыпки отвала происходит адаптация параметров механической характеристики привода подъема, что позволяет работать с минимальными динамическими нагрузками, не уменьшая производительности драглайна.

Другим технологическим режимом является режим транспортировки ковша, когда минимально возможная длительность процесса поворота платформы превышает минимально возможную длительность процесса подъема ковша. В этом случае целесообразно адаптивное управление приводом поворота платформы, обеспечивающее снижение динамических нагрузок в данном механизме. Для каждой технологической схемы отработки забоя экскаватором-драглайном определен средний угол поворота платформы экскаватора из забоя в отвал и обратно. Получена аналитическая зависимость кратности максимального момента двигателя от угла поворота платформы одноковшового экскаватора при соответствии эффективного момента на валах электродвигателей номинальному значению за период рабочего цикла. В зависимости от среднего угла поворота платформы экскаватора на за-

бой в отвал и обратно, возможно определить требуемые настройки регуляторов системы автоматического управления приводом. При этом формируются динамические моменты разгона и торможения электромеханической системы, предполагающие оптимальное использование возможностей электропривода поворота платформы экскаватора. Полученная зависимость может быть использована, например, для оптимизации процесса экскавации в случае работы экскаватора с большой глубиной черпания, когда длительность подъема грузевого ковша превышает длительность поворота платформы из забоя в отвал. При этом реализуется согласование во времени работы электроприводов подъема ковша и поворота платформы экскаватора, причем привод поворота платформы функционирует в падшем режиме.

Критерием оптимальности, определяющим настройки регуляторов системы автоматического управления приводом поворота платформы при согласовании работы приводов является минимизация расхода электроэнергии при повороте платформы на заданный угол и известной длительности процесса подъема ковша.

Решение задачи расчета оптимальных параметров системы автоматического управления получено в замкнутой форме с использованием точных математических методов.

Разработанные алгоритмы управления нелимитирующим приводом испытаны с использованием математической модели взаимосвязанной системы главных электроприводов экскаватора. Горно-технологические условия эксплуатации экскаватора моделировались с использованием генератора случайных чисел с параметрами определенными по результатам анализа большого числа реальных рабочих циклов, выполненных экскаватором в процессе отработки блока забоя. Результаты моделирования показали эффективность алгоритмов адаптивного управления электроприводами в процессе выполнения транспортных операций и снижения интегральных динамических нагрузок в электромеханическом оборудовании.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Walery Szusić

SYSTEM SAMOPRZYSTOSOWUJĄCY KSZTAŁTOWANIE WARUNKÓW PRACY  
UKŁADÓW ELEKTROMECHANICZNYCH KOPARKI

#### Streszczenie

Opracowany samoprzystosowujący system sterowania napędem nieograniczającym w czasie (wzniosu czerpaka lub obrotu platformy) koparki jednonaczyniowej zapewniający obniżenie obciążeń dynamicznych w urządzeniu elektromechanicznym.

SELF-ADAPTATING SYSTEM FOR CONTROLLING THE OPERATING CONDITIONS  
OF THE ELECTROMECHANICAL SYSTEMS OF AN EXCAVATOR

S u m m a r y

The developed self-adaptating control system of a single-bucket excavator drive (bucket lifting or platform rotation time non-limited) allows decreasing the dynamic loads of an electromechanical device.