

3. Messner S. MESSAGE- MACRO: linking an energy supply model with a macroeconomic module and solving it iteratively / S. Messner, L. Schattenholzer // Energy. – 2000. – N 25. – P. 267 – 285.
4. Праховник А.В. Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий / А.В. Праховник, В.П. Розен, В.В. Дегтярев // М.: Недра, 1985 - 232 с.
5. Олейников В.К. Анализ и планирование электропотребления на горных предприятиях / В.К. Олейников // М.: Недра, 1983. – 192 с.
6. Айвазян С. А. Прикладная статистика. Классификация и снижение размерности / С. А. Айвазян, В.М. Бухштабер, И.С. Енюков, Л.Д. Мешалкин // М.: Финансы и статистика, 1989.— 607 с.
7. Parkchomenko R. Dynamics appraisal of electrical energy consumption process of iron ore mines in conditions of indeterminacy and insufficiency of information [Electronic source] / R.O. Parkchomenko // Metallurgical and Mining Industry. – 2015. – № 2. – P. 332–335. Access mode: http: // www.metaljournal.com.ua/assets/MMI_2014_6/MMI_2015_2/051-Parchomenko.pdf
8. Синчук И.О. Потенциал электроэнергоэффективности и пути его реализации на производствах с подземными способами добычи железорудного сырья. Монография / И.О. Синчук, Э.С. Гузов, А.Н. Яловая, С.Н. Бойко // под ред. докт. техн. наук, профессора О.Н. Синчука. – Кременчук: Изд. ЧП Щербатых А.В. – 2015. – 296 с.
9. Синчук О.Н. Оценка состояния и определения тактики повышения эффективности работы участковых подстанций железорудных шахт / О.Н. Синчук, С.Н. Лесной, Р.А. Пархоменко, А.Н. Яловая // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. - Кіровоград, 2012. - Випуск 25, частина II. - С.248-254.
10. Розен В.П. Моделирование энергетических режимов энергоемких потребителей железорудных шахт / В.П. Розен, Э.С. Гузов, Р.О. Пархоменко // Научно-технический сборник «Гірничий вісник». Випуск №97. - Кривий Ріг: 2014. – С.176-180.
11. Пархоменко Р.О. Підвищення ефективності електропостачання у шахтних мережах як один із шляхів підвищення конкурентоспроможності продукції / Р.О. Пархоменко, О.В. Аніськов // Збірник тез доповідей II міжнародної науково-технічної та навчально-методичної конференції «ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ: СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ - REMS'15»/ Київ: Національний технічний університет України «КПІ», 2015.- С.71-72.

Рукопись поступила в редакцию 29.03.16

УДК 622: 621.31

В.Н. ФАЦИЛЕНКО, д-р техн. наук, проф., НИТУ МИСиС
С.Н. РЕШЕТНЯК, канд. техн. наук, доц. НИТУ МИСиС

ОБОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ РЕЗОНАНСНЫХ ПРОЦЕССОВ В РАЗРУШЕНИИ ГОРНОГО МАССИВА

В работе представлено обоснование исследований электромеханических резонансных процессов протекающих при процессе разрушения горного массива на примере проходческого комбайна. До недавнего времени все резонансные явления в электромеханических системах горных машин являлись крайне вредными, и разрабатывалось достаточно большое количество способов по их гашению. Идея работы заключается в использовании энергии резонансных явления на разрушение горного массива. Эта проблема актуальна как для открытых, так и для подземных горных работ. Использование резонансных явлений в электромеханической системе исполнительного органа горного оборудования позволит разработать оборудования и значительно увеличить скорость разрушения горного массива, тем самым повысить энергоэффективность оборудования, что значительно скажется на себестоимости производимой продукции.

Однако при работе горного оборудования в режиме контролируемого резонанса, необходимо достаточно жестко контролировать эти режимы ввиду того что, неконтрольный резонансный режим приводит к разрушению электромеханической системы горного оборудования, ремонт которого является достаточно затратным.

Решение представленной задачи позволит снизить себестоимость производства продукции, за счет снижения затрат на потребление электрической энергии, и повышения срока службы отдельных элементов конструкции проходческого комбайна.

Ключевые слова: электропривод, резонансный режим работы, горные машины, электромеханическая система.

Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями. Проблемы разрушения горного массива была и остается одной из важнейших проблем добычи полезного ископаемого как открытым способом, так и подземным способом. В настоящее время существует несколько способов разрушения горного массива, таких как: взрывной способ; вибрационный способ; способ гидротбойки; электротермический способ; шарошечный способ; а также ряд комбинированных способов [1].

Анализ исследований и публикаций. Основные приоритетные направления научных исследований в области разрушения массива горных пород являются:

совершенствование существующих и разработка новых способов разрушения горных пород;

развитие теоретических основ для новых способов разрушения горного массива;

создание новых средств, а также модернизация средств механизации при разрушении горного массива;

мониторинг эффективности средств механизации при разрушении горного массива.

Под понятием разрушения горного массива следует понимать, как добычу полезного ископаемого, так и проходку выработок, а также бурение взрывных и разведочных скважин.

Одним из комбинированных способов является электромеханический резонансный способ разрушения горного массива. Пути снижения нагрузок рабочих органов, ряда горных машин и механизмов, является улучшение их динамических свойств за счет выбора рациональных параметров электромеханической системы и активного управления процессами таким образом, чтобы вредные явления, связанные с вибрациями, направить на разрушение горного массива. Эта проблема может быть решена средствами регулируемого электропривода, путем введения электромеханической системы основного исполнительного органа горного оборудования в управляемый резонансный режим. Решение этой научной проблемы не потеряло актуальности, ввиду постоянного совершенствования систем управления электроприводов за счет оптимизации по критерию максимальной производительности и минимального потребления электрической энергии.

Изложение материала и результаты. Основной задачей управляемого электромеханического резонансного режима является обеспечение таких нагрузок, которые бы не превысили допустимого предела по фактору механической прочности конкретного элемента конструкции оборудования. Кроме того, современная высокопроизводительная техника, должна иметь широкий диапазон скоростей рабочего органа при относительно узком диапазоне изменения крепости пород [3].

Одним из примеров горных машин используемых для работы в условиях шахт и рудников, и имеющих реальную возможность для модернизации его путем применения в системе управления рабочего органа электромеханического резонансного режима, является стреловый проходческий комбайн. Данный вид проходческих комбайнов получил наибольшее распространение в горной промышленности Российской Федерации и за рубежом, из-за своей универсальности и относительной простоты конструкции.

Однако, применяемые в настоящее время механизмы качания стрелы, не могут обеспечить постоянства скорости ее перемещения в горизонтальной и вертикальной плоскостях, а также и усилий подачи на коронке в этих же плоскостях [2]. Стрелы проходческих комбайнов обладают достаточно большой степенью свободы (значения степеней свободы достигает 7), для получения возможности обработки забоя по всему профилю выработки. Следует отметить, что работа этого оборудования в режиме контролируемого резонанса, потребует усиления конструкции стрелы проходческого комбайна, с точки зрения определения допустимого предела по фактору механической прочности ряда элементов конструкции, и усиления этих факторов в конкретных узлах.

При проведении исследований динамических свойств системы электропривода моменты инерции, массы, жесткость реальных элементов обычно известна, а действующие в системе силы либо заданы, либо рассчитываются по исходным данным механизма и технологическим условиям. После приведения их значений к расчетной скорости представляется возможным, сопоставив приведенные значения моментов инерции и жесткостей, осуществить выбор главных масс и главных упругих связей и на этой основе составить корректную расчетную схему механической части многомассовой системы электропривода [3].

На рис. 1 представлена кинематическая схема стрелового проходческого комбайна. Это комбайн можно представить в виде трех сосредоточенных масс соединенных между собой упругими связями. В качестве первой массы можно представить шасси проходческого комбайна с конвейером, в качестве второй массы можно представить стрелу комбайна с системой электропривода рабочего органа, в качестве третьей массы можно представить рабочий орган стрелового комбайна. Следует отметить, что представленные массы в значительной мере отличаются друг от друга

На рис. 2 представлена трехмассовая кинематическая схема стрелового проходческого комбайна. Согласно задачи, необходимо введение в режим электромеханического резонанса рабочего органа (масса №3) с помощью системы электропривода рабочего органа (масса №2).

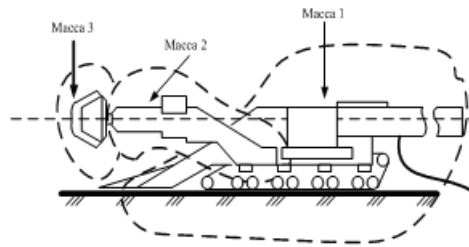


Рис.1. Кинематическая схема стрелового проходческого комбайна

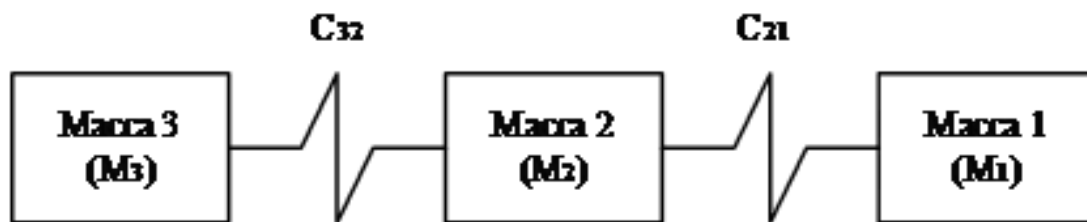


Рис. 2. Трехмассовая кинематическая схема стрелового проходческого комбайна

Кроме того, необходимо минимизировать влияние резонансных явлений между массами 2 и массами 1, где M_1 - приведенная масса шасси; M_2 - приведенная масса стрелы; M_3 - приведенная масса рабочего органа; C_{21} , C_{32} - упругие связи между массами.

Уравнения механических связей устанавливают соотношения между скоростями ее элементов, которые в последствии интегрируются.

Наиболее общей формой записи дифференциальных уравнений движения, являются уравнения движения в обобщенных координатах (уравнения Лагранжа) [4]

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i; \quad L = W_k - W_n,$$

где W_k - запас кинетической энергии системы, выраженный через обобщенные координаты q_i и обобщенные координаты \dot{q}_i ; W_n - запас потенциальной энергии системы, выраженный через обобщенные координаты q_i и обобщенные координаты \dot{q}_i ; $Q_i = \delta A_i / \delta q_i$ - обобщенная сила, определяемая суммой элементарных работ δA_i всех действующих сил на возможное перемещение δq_i . L - функция Лагранжа, разность кинетической и потенциальной энергии выраженный через обобщенные координаты q_i и обобщенные координаты \dot{q}_i .

Выводы. Решение представленной задачи позволит снизить себестоимость производства продукции, за счет снижения затрат на потребление электрической энергии, и повышения срока службы отдельных элементов конструкции проходческого комбайна.

Список литературы

1. **Викторов С.Д.** Современные проблемы разрушения массивов горных пород. Институт проблем комплексного освоения недр Российской академии наук. Постоянно действующий семинар "Физико-технические проблемы разработки месторождений полезных ископаемых" М.: ИПКОН РАН 1999 год.
2. **Ляхомский А.В., Фашиленко В.Н.** Управление электромеханическими системами горных машин. М.: Издательство МГГУ, 2004 – 296 с.
3. **Переслегин Н.Г.** Вопросы создания электроприводов, обеспечивающих ограничение упругих деформаций в механических системах // Электротехн. пром-сть. Сер. Электропривод. – 1981. Вып. 4(84). – С. 8-11.
3. **Решетняк С.Н.** Актуальные аспекты моделирования резонансных режимов ЭМС горных машин и механизмов: Тезисы доклада «IV Міжнародної науково-практичної конференції Інформаційні технології і системи в докментознавчій сфері». Донецького національного університету. – Донецьк : ДонНУ, 2014 г. – С. 129-131.

Рукопись поступила в редакцию 29.03.16