

УДК 622.272:622.232.72-5

В.Г. Шевченко, канд. техн. наук,
Ю.И. Кияшко, докт. техн. наук, Институт геотехнической
механики им. Н.С. Полякова НАН Украины

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РАЗРАБОТКИ СПОСОБА УПРАВЛЕНИЯ ОЧИСТНЫМ КОМБАЙНОМ, КАК МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМОЙ

Рассмотрены научно-технические принципы разработки способа управления очистным комбайном, как мехатронной системой, на примере комбайнов УКД 300 и КДК 500.

Очистной комбайн, способ управления, мехатронная система

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Современные очистные комбайны должны в полной мере соответствовать требованиям высокопроизводительной и безопасной угледобычи. Процесс управления комбайном должен строиться на принципах своевременности предоставления информации машинисту, оперативного контроля целого ряда параметров внешней среды и самого комбайна, внедрении системы поддержки принятия решений; сам же процесс управления должен быть максимально удобным для машиниста, обеспечивать наилучшие эргономические показатели. Проблема обоснования и разработки новых способов управления очистными комбайнами, как мехатронными системами, является важной для повышения безопасности горнорабочих и производительности процессов угледобычи в целом [1].

Анализ исследований и публикаций. Общие проблемы, принципы построения и современные тенденции развития мехатронных систем рассматриваются, например в [2, 3]; вопросы применения мехатронного подхода к проектированию очистного оборудования угольных шахт рассматриваются в [4, 5]. Однако проблемы совершенствования очистной техники требуют обоснования и разработки новых способов управления очистными машинами, как мехатронными системами.

Постановка задачи. Обоснование и разработка нового способа управления очистным комбайном, как мехатронной системой.

Изложение материала и результаты. Рассмотрим типовую схему машины с компьютерным управлением [6] применительно к очистному комбайну для выемки пологих пластов.



Рисунок 1 - Типовая схема машины с компьютерным управлением

Внешней средой для очистного комбайна является пространство очистного забоя, а объектом работы – угольный пласт, которые характеризуются целым рядом различных параметров, большинство из которых неопределенно и носит вероятностный характер. Традиционно в состав очистной машины входят следующие основные компоненты: механическое устройство, конечным звеном которого является рабочий орган (шнек или барабан с набором режущего инструмента); блок приводов, включающий силовые преобразователи, исполнительные двигатели; устройство управления, верхним уровнем для которого является горнорабочий-машинист; сенсоры (датчики), предназначенные

для передачи в устройство управления информации о текущих параметрах состояния блоков и узлов комбайна, параметрах внешней среды.

Общей задачей любой мехатронной системы является преобразование входной информации, поступающей от машиниста-оператора, в целенаправленное механическое движение с управлением на основе принципа обратной связи.

Основным недостатком современных очистных комбайнов, как мехатронных систем, является несовершенство устройства компьютерного управления, которое должно выполнять следующий набор основных функций [2,6]: управление процессом механического движения мехатронного модуля или многомерной системы в реальном времени с обработкой сенсорной информации; организацию управления функциональными движениями системы, которое предполагает координацию управления механическим движением системы и сопутствующими внешними процессами, как правило, для реализации функции управления внешними процессами используются дискретные входы/выходы устройства; взаимодействие с машинистом-оператором через человеко-машинный интерфейс в режимах авто-

номного программирования и непосредственно в процессе движения (для современных очистных комбайнов наиболее характерен последний режим); организация обмена данными с периферийными устройствами, сенсорами и другими устройствами системы.

Нами предлагается новый способ управления очистным комбайном в полной мере отвечающий требованиям к современным мехатронным системам и обладающий всем набором основных функций устройства управления перечисленным выше. В основу предлагаемого способа положены следующие научно-технические принципы повышения готовности системы “горнорабочие – очистной комплекс” к высокопроизводительной и безопасной работе [7,8]:

- научно-обоснованный подбор и расстановка кадров с помощью современной компьютеризированной системы количественной оценки склонности каждого из рабочих к выполнению узкоспециализированной операции и его способности к общей работе в коллективе;

- обеспечение каждого горнорабочего средствами индивидуального контроля биомеханических характеристик (измерение энергозатрат в процессе угледобычи) с передачей данных на пульт управления и принятие руководителем звена решения относительно оптимального режима работы системы “звено горнорабочих - очистной комплекс”;

- централизованный сбор, хранение в единой базе данных и обработка информации о состоянии, психофизических и биомеханических параметрах горнорабочих, технологических, технических и горно-геологических параметрах внешней среды;

- реализация нелинейного управления руководителем звена горнорабочих, которое основано на обработке нечетких исходных данных о состоянии оборудования, горно-геологических условий, параметрах самых горнорабочих и обеспечение рациональных соотношений между необходимым и достаточным количеством и качеством информации, которая поступает к горнорабочим, их индивидуальными психофизическими особенностями, возрастом, физическими кондициями и пр.;

- организация автоматизированного рабочего места машиниста, который единолично управляет очистным комплексом из кабины, и внедрение способа управления очистным комбайном и устройства для его реализации, который заключается в автоматизации управления и контроля параметров очистного комбайна, оперативном получении и выдаче информации на монитор, который отличается тем,

что машинист-оператор получает информацию о параметрах технологического процесса выемки, элементов очистного комбайна, обрабатывает ее и с помощью системы поддержки принятия решений, формирует управляющие команды, которые с помощью пультов управления передаются очистному комбайну.

Устройство обеспечивает механизацию перемещения машиниста по лаве, позволяет минимизировать энергозатраты машиниста в процессе выемки, избегать травм, повысить, в сравнении с традиционным способом управления, концентрацию внимания, время латентного периода сенсомоторных реакций, в целом вероятность безошибочной работы машиниста.

Схема устройства для управления очистными комбайнами КДК500 и УКД300 приведены на рис. 2 и 3. Устройство для комбайна КДК 500 состоит из 1 - металлического корпуса, 2 - поворотного основания, 3- футляра с каской, самоспасателем, аптечкой, 4 - бронированного стекла, 5 - блока рычагов управления поворотным механизмом, 6 - сиденья машиниста, 7 – дверей, 8 - поворотного механизма с приводом, 9 - пульта управления с монитором – компьютером, 10 - амортизаторов - стабилизирующих элементов, 11 - кабелей (электропитания, приема/передачи данных), 12 - световых датчиков автоматического управления передвижкой секций механизированной крепи. Для комбайна УДК300 из 1 - металлического корпуса, 2 - бронированного стекла, 3 - сиденья машиниста, 4- футляра с каской, самоспасателем, аптечкой, 5- дверей, 6 - монитора – компьютера, 7 - пультов управления, 8 - кабелей (электропитания, приема/передачи данных), 9 - амортизаторов - стабилизирующих элементов, 10 - световых датчиков автоматического управления передвижкой секций крепи.

Металлический корпус и плотно прилегающее к нему бронированное стекло обеспечивают защиту и микроклимат внутри кабины. Бронированное стекло, обеспечивает круговой обзор для машиниста. Съёмное сиденье, перемонтируется для комбайна УКД300 на 180 град при обратном движении комбайна при челноковой выемке. Монитор-компьютер, прикрепленный к металлической стойке по середине с правой стороны (для комбайна УДК300), обеспечивает визуализацию информации с датчиков и каналов связи, обеспечивает удобство и оперативность управления очистным комбайном. Футляр с каской, самоспасателем, обеспечивающими защиту машиниста при перемещении по выработкам, аптечкой, для оказания первой меди-

цинской помощи, и инструментом, обеспечивающим возможность мелкого текущего ремонта очистного комбайна.

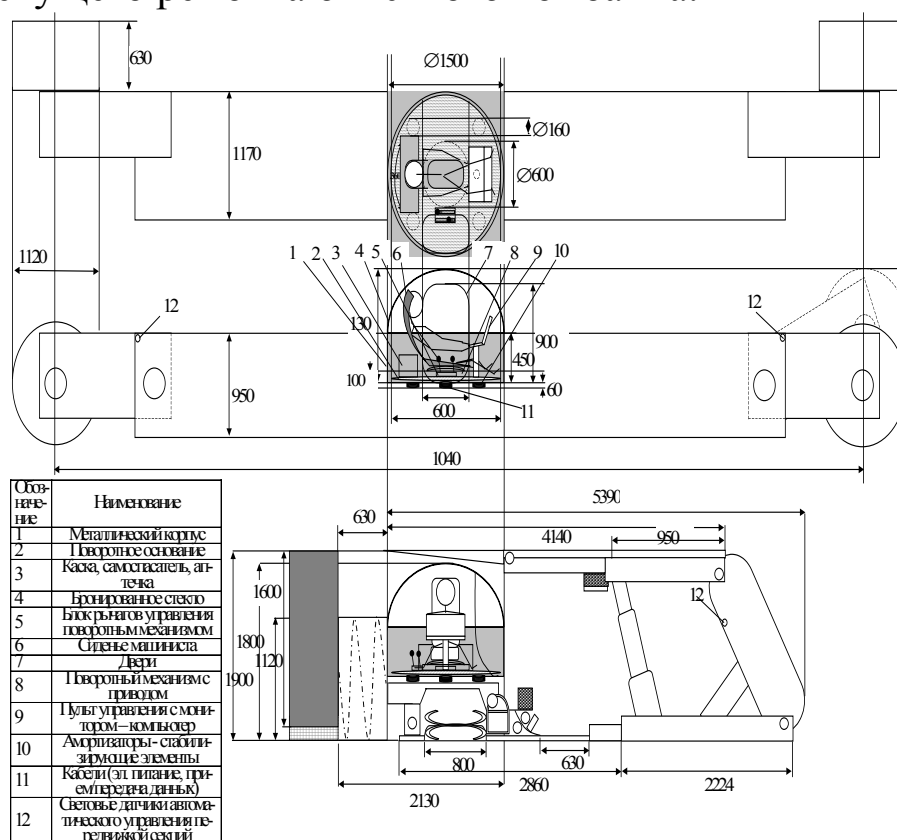


Рисунок 2 – Способ и устройство для управления очистным комбайном КДК500

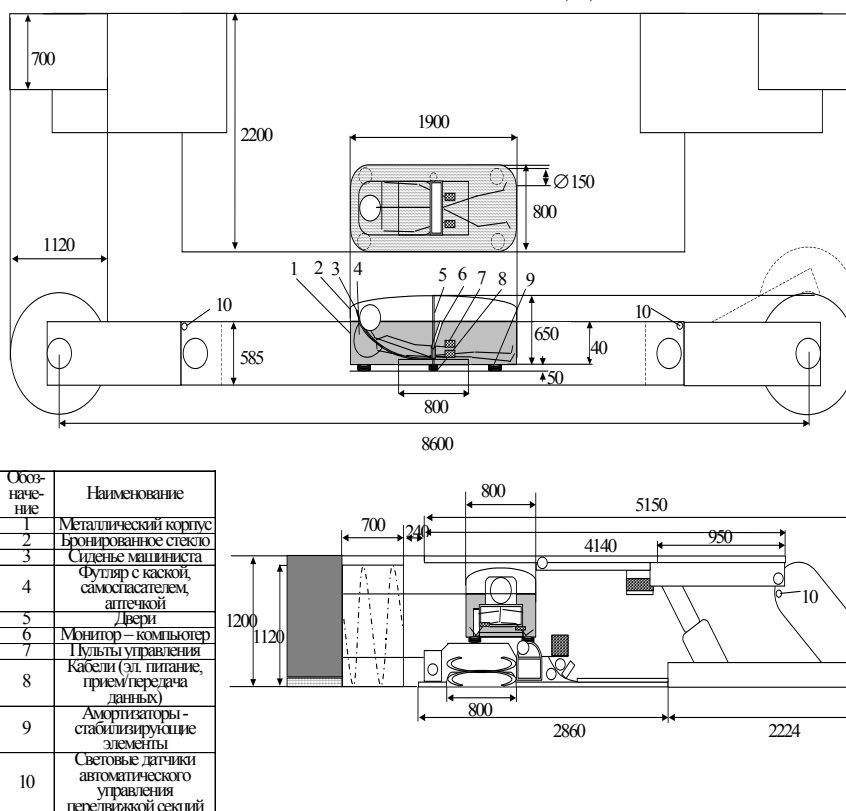


Рисунок 3 – Способ и устройство для управления очистным комбайном УКД300

Пульты управления обеспечивают удобство управления на основе визуальной информации и информации с монитора. Амортизаторы - стабилизирующие элементы, которые крепятся к корпусу очистного комбайна, обеспечивают снижение вибраций, передаваемых от корпуса комбайна. Кабели приема-передачи данных с датчиков и каналов связи для передачи данных на монитор компьютера и с пультов управления очистным комбайном, расположенные по центру справа. Датчики автоматического управления передвигаемой секцией, расположенные на корпусе очистного комбайна по обеим его сторонам сверху и на секциях механизированной крепи, обеспечивают автоматическую передвижку секций механизированной крепи и забойного конвейера при совпадении световых сигналов.

Отличие устройства для управления очистным комбайном КДК500 от устройства для комбайна УКД300 состоит в том, что в первом случае при челноковой схеме выемки и изменении направления движения комбайна машинисту не надо покидать кабину, что обеспечивается наличием поворотного механизма. Во втором случае при изменении направления выемки машинист выходит из кабины и вручную перемонтирует сиденье. Габаритные размеры устройств управления вписываются в размеры поперечного сечения корпуса комбайна, что не уменьшает живое пространство очистного забоя и не препятствует подаче необходимого для вентиляции количества воздуха.

Сравнительная характеристика традиционного (управление с пульта) и предлагаемого способа управления очистным комбайном приведена в табл. 1. Предложенный способ обеспечивает полную компьютеризацию и реализацию функций управления очистным комбайном, как мехатронной системой, в целом направлен на повышение безопасности, снижение уровня травматизма горнорабочих и повышение производительности процесса добычи, реализацию технических возможностей современных высокопроизводительных механизированных комплексов.

Выводы и направление дальнейших исследований.

1. На основании полученных научных результатов и сформулированных принципов предложен новый способ управления очистным комбайном и устройство, обеспечивающего полную компьютеризацию управления, механизацию перемещения машиниста по лаве, в полной мере отвечающий требованиям к современным мехатронным системам и обладающий всем набором основных функций устройства управления:

Таблица 1 – Сравнительная характеристика традиционного и предлагаемого способа управления очистным комбайном

Параметр (характеристика)	Традиционный способ управления	Предлагаемый способ управления
Компьютеризация управления	Отсутствует	Полная
Реализация функций управления очистным комбайном, как мехатронной системой	Частичная	Полная
Затраты энергии машиниста	Существенные	Минимальные
Время сенсомоторных реакций	Увеличивается в процессе выемки из-за постоянного роста энергозатрат и рассеивания внимания	Соответствует нормальному состоянию
Вероятность безошибочной работы	Снижается со снижением времени реакций	Высокая за счет быстрого реагирования на возникающие ситуации
Качество информации	Невысокая достоверность, своевременность и полнота информации	Повышается достоверность, полнота и своевременность информации за счет использования компьютера и монитора, отражающего информация с датчиков и устройств (в т.ч. видеонаблюдения)
Количество информации	Большое количество информации обуславливает увеличение времени на ее обработку	Повышается количество, скорость передачи и обработки информации, за счет использования компьютерной системы поддержки принятия решений
Численность комплексной бригады	Традиционная	Снижается из-за автоматизации управления передвижкой секций крепи и конвейера
Производительность труда	В динамике снижается к концу смены из-за существенных энергозатрат горнорабочих	Увеличивается из-за минимальных энергозатрат, сокращения численности бригады и увеличения нагрузки
Нагрузка на забой	Традиционная, не полная реализация проектных возможностей очистных комбайнов	Увеличивается за счет повышения надежности работы машиниста и реализации проектной скорости подачи
Уровень аварийности	Высокий из-за невысокого качества, большого количества информации, снижения времени реагирования горнорабочих	Снижается за счет повышения вероятности безошибочной работы машиниста
Уровень травматизма	Высокий из-за существенных энергозатрат, неустойчивости положения машиниста при перемещении по лаве	Снижается за счет механизации перемещения машиниста, сокращения численности бригады
Себестоимость угля	Высокая	Снижается за счет сокращения численности бригады, повышения нагрузки на забой, снижения уровня травматизма

- способ заключается в автоматизации управления и контроля параметров очистного комбайна, оперативном получении и выдаче информации на монитор, который отличается тем, что машинист-оператор получает полную, своевременную и достоверную информацию о параметрах технологического процесса выемки, элементов очистного комбайна, обрабатывает ее и с помощью системы поддержки принятия решений, формирует управляющие команды, которые при помощи пультов управления передаются очистному комбайну;

- устройство, которое содержит металлический корпус, бронированное стекло, сиденье машиниста, футляр с каской, самоспасателем, аптечкой, двери, монитор – компьютер, пульты управления, кабели электропитания и приема-передачи данных, четыре амортизатора - стабилизирующих элемента, световые датчики автоматического управления передвижкой секций механизированной крепи, обеспечивает механизацию перемещения машиниста по лаве, позволяет минимизировать энергозатраты машиниста в процессе выемки, избегать травм, повысить концентрацию внимания, время латентного периода сенсомоторных реакций, в целом вероятность безошибочной работы машиниста.

2. К основным преимуществам предложенного способа по сравнению с традиционным относятся: минимизация энергозатрат машиниста, за счет исключения перемещения по лаве, повышение вероятности безошибочной работы за счет повышения достоверности, полноты и своевременности информации, времени реагирования на нештатные ситуации, снижение уровня аварийности и травматизма, сокращение численности бригады, повышения нагрузки на забой, снижения себестоимости угля. Направление дальнейших исследований предусматривает разработку исходных требований к проектированию предложенного способа.

Список источников.

1. Сургай Н.С. Производительность очистных комплексов нового технического уровня и пути ее повышения / Н.С. Сургай, В.В. Виноградов, Ю.И. Кияшко // Уголь Украины. – 2001. - № 6. – С. 3-5.
2. Подураев Ю.В. Принципы построения и современные тенденции развития мехатронных систем / Подураев Ю.В., Кулешов В.С. // Мехатроника, 2000. - №1.
3. Богачев Ю.П. Мехатронные модули движения-приводы машин нового поколения / Богачев Ю.П., Петриченко В.Н. // Приводная техника, 1997. -№ 1.
4. Косарев В.В. Мехатронный подход к проектированию сложных горных машин / В.В. Косарев, Н.И. Стадник, П.А. Горбатов // Збірник наукових праць «Школа підземної разра-

- ботки – 2008». Материалы II международной научно-практической конференции. Днепропетровск-Ялта, 2008. – С. 24-29.
5. Горбатов П.А. Оптимальное проектирование очистных комбайнов как сложных систем / П.А. Горбатов, Н.М. Лысенко, Е.А. Воробьев // Горные машины и автоматика. – М.: Машиностроение, 2001. - № 6. – С. 9-13.
 6. Попов Е.П. Манипуляционные роботы. Динамика и алгоритмы / Е.П. Попов, А.Ф. Верещин, С.Л. Зенкевич. - М.: Наука, 1978.
 7. Шевченко В.Г. Сравнение эффективности труда горнорабочих в комбайновой и струговой лавах / Шевченко В.Г. Кияшко Ю.И. // Уголь Украины. – 2008. № 6. – С. 12-17.
 8. Кияшко Ю.И. Анализ биомеханических характеристик машиниста комбайна в комплексно-механизированной лаве / Кияшко Ю.И., Шевченко В.Г. // Уголь Украины. – 2009. № 3. - С. 30-34.

Стаття надійшла до редколегії 14.06.2010.

Шевченко В.Г., Кияшко Ю.І. Науково-технічні принципи розробки способу керування очисним комбайном, як мехатроною системою. Розглянуто науково-технічні принципи розробки способу керування очисним комбайном, як мехатроною системою, на прикладі комбайнів УКД 300 і КДК 500.

Очисний комбайн, спосіб керування, мехатрона система.

Shevchenko V.G., Kiyashko U.I. The technological principles of development of a way of control of a cutter-loader, as machatronic system. The technological principles of development of a way of control of a cutter-loader, as machatronic system, on an example of UKD 300 and KDK 500 cutter-loaders are reviewed.

Cutter-loader, way of control, machatronic system.

© В.Г. Шевченко, Ю.І. Кияшко, 2010