3. *Чулков П. В.* Моторные топлива: ресурсы, качество, заменители. Справочник. – М.: Политехника, 1998.

4. Патент США №3098350, кл. C10L1/18, 1963.

5. Патент США №2857254, кл. C10L1/1, 1958.

6. Авторское свидетельство Болгарии № 44137A, кл. C10L1/18, 1988.

7. Патент РФ №2349629, кл. C10L1/18, опубл. 20.03. 2009, бюл.№8.

8. Патент США №4330304, кл. C10L1/18, опубл. 13.05.1981.

9. *Мирошников А. М.* О механизме действия оксигенатов / А. М. Мирошников, Д. В. Цыганков // Химия и технология топлив и масел. – 2009. - №3, С.28-31.

10. *Цыганков Д. В.* Определение взаимной растворимости в тройной системе прямогонный бензин – оксид пропилена - вода / Д. В. Цыганков, А. М. Мирошников, А. М. Гришаева // Химия и технология топлив и масел. – 2011. - №1, С.23-25.

11. Патент РФ №2461605, кл. C10L1/18, опубл. 20.09. 2012, бюл.№26.

12.http://stroy-technics.ru/article/pusk-dvigatelya-bez-predvaritelnogo-razogreva

Авторы статьи:

Цыганков
Дмитрий Владимирович ,
канд. хим. наук, доцент каф. «Эксплуатация автомобилей»,
e-mail; cygankov.d@inbox.ru

Мирошников
Александр Михайлович,
докт. техн. наук, профессор, зав. каф. «Органическая химия» КемТИПП,
тел. 8-905-909-88-68

Текутьев
Иван Борисович ,
соискатель кафедры «Эксплуатация автомобилей» КузГТУ,
e-mail a000001@rambler.ru

УДК 622.271:629.3

Б.Л. Герике, П. В. Артамонов

ФАЗЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ КАРЬЕРНЫМ АВТОТРАНСПОРТОМ

Одним из важнейших факторов, обеспечивающих снижение себестоимости добычи полезных ископаемых на открытых горных работах, является обеспечение эффективного использования горнотранспортного оборудования на основе высокоорганизованного управления автотранспортом. По мере совершенствования технологий и технического оснащения ведения горных работ на карьерах доля автотранспорта занимала все более весомую часть. При известных преимуществах и недостатках карьерного автотранспорта определяющим фактором для его первенства явилась тенденция к увеличению единичной мощности и грузоподъёмности карьерного оборудования. Поскольку перемещение взорванной горной массы в карьере является наиболее трудоемким и дорогостоящим технологическим процессом, то совершенствование работы автотранспорта всегда было одним из приоритетных направлений развития открытых разработок.

Создание систем автоматизации карьерного транспорта было вызвано необходимостью повысить производительность труда, обеспечить более высокие эксплуатационные показатели работы оборудования, поднять трудовую и технологическую дисциплину персонала на принципиально другой уровень. Вместе с тем автоматизированные системы приобрели дополнительные функции, связанные с инженерным надзором. Прежде всего это мониторинг выполнения технологических операций в карьере, а так же контроль эксплуатационных параметров машин и механизмов.

Первые системы автоматизации и управления (САУ) карьерным транспортом представляли собой системы «с ручным вводом». Принцип их действия заключался в простом отображении информации о параметрах выполняемых работ, однако решение о внесении изменения в процесс принимает диспетчер.

Одним из приоритетных направлений совершенствования автоматизации и управления карьерным автотранспортом являлось внедрение электронных вычислительных машин. С их помощью полученная информация обрабатывалась, и система выдавала рекомендации диспетчеру. Такие системы классифицируются как системы « с режимом советчика». К ним относятся появившиеся в 70-х годах САУ «Пуск», «Томусинский», «Гранит», «Кварцит» и «Карат». Последняя система разрабатывалась в Центральном научно-исследовательском институте комплексной автоматизации (ЦНИИКА). Первая версия системы «Карат» работала в «режиме советчика», однако последующая, усовершенствованная версия «Карат-М» функционировала в диалоговом режиме. Модернизация системы позволила оперативно воздействовать на работу карьерного автотранспорта, осуществлять автоматизированное управление его работой по заранее заданным критериям, которые могут быть скорректированы в зависимости от обстановки [1].

Следует отметить, что на современном этапе развития САУ программное обеспечение позволяет полностью осуществлять оптимизацию техно-

логических процессов. Работа диспетчера сводится только к отслеживанию решений, принятых системой, и вмешивается он только в случаи необходимости.

Основной принцип работы системы «Карат» заключался в оперативной возможности перезакрепления транспортных средств в зависимости от ситуации с погрузочными экскаваторами, перегрузочными пунктами и т.д. Наиболее целесообразная схема выбиралась в вычислительном центре путем анализа эксплуатационных параметров работы автосамосвалов, таких как объем и масса перевозимого груза, а также маршрут следования. Учет осуществлялся с помощью специальных устройств взвешивания транспорта во время движения, световых табло, устройств опознавания номеров в автоматическом режиме [2].

Внедрение систем управления на первом этапе позволило существенным образом повысить показатели работы карьерного оборудования, осуществлять контроль за технологическими параметрами на другом уровне. В первую очередь удалось добиться снижения суммарных простоев горнотранспортного оборудования за счет рационального выбора пунктов загрузки и разгрузки, а также маршрутов следования автосамосвалов. Однако системы типа «Карат М» были недостаточно функциональны и не позволяли отслеживать некоторые важные эксплуатационные характеристики работы автосамосвалов. Учет параметров работы автотранспорта осуществлялся не в полной мере, что оставляло большой ресурс в области экономии затрат на горюче-смазочные материалы, а также материальных и человеческих ресурсов в области технического обслуживания. Тем не менее, использование систем, аналогичных системе «Карат», прекратилось только к началуXXI века, из-за морального и физического износа. Для крупных карьеров в 70-х годах прошлого века были разработаны и внедрены информационно-управляющие системы - «Комплекс АТ» и «Гермес». Они позволяли осуществлять контроль выбора маршрутов автосамосвалов, а также обладали программным обеспечением для расчета технико-экономических показателей. Однако существенным недостатком этих систем было отсутствие возможности отслеживать эксплуатационные показатели работы автотранспорта в режиме реального времени, что стимулировало разработку систем организации и управления второго поколения.

Второй этап развития систем управления карьерным автотранспортом сформировался в начале 80-х годов XX-го века. Отличительными характеристиками являются: переход на серийное производство технических средств, использующихся в системах, а так же переход на прямой учет эксплуатационных затрат. Системы второго поколения функционировали на предприятиях Якутии, а так же комбинатах «Кустанайасбест», «Тырнаузский». Существенным преимуществом явилось снижение себестоимости систем - как следствие массового производства технических средств. Путем обработки рапортов-реестров появилась возможность реализовать непосредственный контроль расхода топлива, учет отказов и неисправностей автосамосвалов. Немаловажным фактором, обеспечивающим повышение дисциплины персонала, явился автоматизированный расчет заработной платы, по результатам выполненных объемов работы. К недостаткам систем второго поколения можно отнести невозможность контроля несанкционированного слива топлива и отклонения от проложенного маршрута. Несмотря на заметный прогресс в развитии систем управления карьерным транспортом, принципиальная задача по осуществлению мониторинга состояния важнейших агрегатов карьерных автосамосвалов так и осталась нерешенной до появления на карьерах в начале XXI века систем навигационного спутникового позиционирования.

Этапы развития систем организации и управления карьерным автотранспортом за рубежом аналогичны этапам развития в нашей стране. На карьерах США и Канады поэтапно внедрялись системы с «ручным вводом», «режимом советчика» и полностью автоматизированные системы. При этом помимо радиосвязи в САУ, широко использовались низкочастотные генераторы для идентификации автосамосвалов. В результате анализа работы автотранспорта было установлено, что при закреплении автосамосвалов за конкретным экскаватором, эффективность работы снижается на 20%, поэтому карьеры перешли на оперативное управление работой, с вычислением наиболее эффективных маршрутов при помощиЭВМ. Следует отметить, что в США впервые появились системы, способные осуществлять связь между ЭВМ и работающим горнотранспортным оборудованием в режиме реального времени. Этосистемы «RAN», разработанная фирмой Pincot, «Allen and XoltInc» исистема «WIMS» (Wenco International Mining Systems) [1]. Эти системы хорошо зарекомендовали себя при работе на карьерах во всем мире и послужили переходным звеном в создании современных, высокотехнологичных систем управления, опирающихся на данные спутниковых систем позиционирования.

Современный этап развития САУ карьерным автотранспортом характеризуется высоким уровнем применяемых технологий, использованием системного подхода в организации грузоперевозок, широким внедрением математических методов для анализа производимых работ. Циклические перевозки локального характера составляют основную часть работы карьерных автосамосвалов. При этом задачи системы управления детерминируются на статистическую обработку имеющихся данных, организационные вопросы, а также на контроль за осуществлением реализации процесса.

Анализ статистических данных позволяет увидеть несовершенство в организации процесса, сравнить фактические показатели работы с заданными критериями, оценить эффективность работы автотранспорта, а также производить планирование. Скорость перемещения взорванной горной массы напрямую зависит от параметров маршрутов и характера движения автотранспорта, которые прорабатываются заранее, на этапе планирования. Достоверность полученных статистических данных является определяющей в эффективности процесса планирования. Наиболее перспективным направлением в области повышения качества статистической обработки является переход на полностью автоматизированную регистрацию выполнения технологических операций. Попытки передать часть функций по осуществлению контроля специальному персоналу оказались малоэффективными, поскольку контрольная документация, заполненная персоналом, не всегда отражает существующую картину как ввиду профессиональной некомпетентности и субъективной оценки, так и из-за низкой трудовой и технологической дисциплины. В результате анализ искаженных данных приводит к некорректным результатам планирования.

В настоящее время существуют два принципиально различных метода реализации автоматизированной регистрации технологических операций. Первый предполагает непрерывный мониторинг получаемых параметров работы автосамосвалов, которые анализируются в едином центре, после чего диспетчерская служба оперативно регулирует работу в режиме реального времени. К системам такого типа относятся отечественные разработки - системы «КАРЬЕР» и «Союзтехноком», а также зарубежные системы: WencoSystem, Trimble Radios, Intellimine иPitRam [3]. Эти и аналогичные системы на современных карьерах России, Канады, Австралии и США находят все более широкое применение, становятся все более многофункциональными, однако существуют некоторые факторы, сдерживающие внедрение подобных систем. В первую очередь это относится к высоким эксплуатационным затратам на функционирование системы. Обеспечение постоянной радиосвязи с подвижными объектами в карьере предполагает развертывание стационарной радиосети, работающей на определенных частотах, что, в свою очередь, влечет расходы по оплате аренды радиочастот. Кроме того, существуют определенные организационные и финансовые вопросы, связанные с санкционированием использования радиооборудования, что увеличивает капитальные затраты на развертывание системы. Вторым, немаловажным недостатком является высокая степень ответственности решений, принимаемых диспетчером, что предполагает наличие у него высокой квалификации, информированности, а также большого опыта работы и не исключает влияния «человеческого фактора» на качество управленческих решений [4].

Современный этап развития САУ характеризуется переходом к «интеллектуальному» управлению, когда одна из систем может управлять поведением других по заранее выработанным алгоритмам. Это обеспечивает синергетический эффект для всего комплекса. На сегодняшний день наиболее перспективным путем развития «интеллектуальных» технологий на открытых горных работах является максимальное исключение человеческого фактора. При этом одним из самых важных аспектов развития систем управления является возможность осуществлять взаимодействие смежных подсистем сбора, анализа и обработки информации. Пока нельзя говорить об «интеллектуальном» управлении работой карьера, речь идет только о сегменте автоматизированных решений по управлению горнотранспортным оборудованием и контролю работы подсистем. С точки зрения построения «интеллектуального» карьера оно выполняется по трехуровневой схеме. Начальный уровень представлен совокупностью датчиков и исполняющими устройствами. Второй уровень – уровеньсетевых контроллеров, по которым информация передается на верхней уровень и обратно. Верхний уровень – это административный уровень принятия решений.

Изначально принципы «интеллектуального управления» реализовывались при проектировании и строительстве жилых зданий. Понятия «intelligentbuilding» или «smart home», что означает «умный дом», были сформулированы еще в 70-х годах прошлого века в США. По мере развития технологий в систему «smart home» включились не только компании, поставляющие электроэнергию и горячее водоснабжение, но и крупные производители бытовой техники и электроники. Сегодня рынок «интеллектуальных зданий» бурно развивается во всем мире. Система позволяет экономить значительные средства, а ее принципы реализуются более чем в половине возводимых объектов в России [5].

Развитие компьютерных технологий, совершенствование вычислительной и измерительной аппаратуры и, особенно, внедрение спутниковых навигационных систем позиционирования создают предпосылки перехода от автоматизации управления карьерным автотранспортом к «интеллектуальному управлению». Существенным обстоятельством, способствующем этому переходу, являются полученные за последнее десятилетие результаты исследований надежности автотранспорта. Важным является возможность интегрировать данные, полученные в результате различных исследований, в общую базу, так как информация представлена в цифровом виде. Сегодня с помощью систем ГЛОНАСС и GPS, появилась возможность осуществлять мониторинг карьерного транспорта в режиме реального времени не

только на уровне организации перевозок, но также отслеживать состояние основных узлов и агрегатов автосамосвалов [6].

Информационные технологии позволяют создать и виртуальный пункт управления работой карьерного автотранспорта в виде веб-страницы. Подсистемы объединяются через сеть и связанны между собой посредством протоколов. Как правило, это европейский LonWorksили его американский аналог BAC Net.

Вместе с тем, процесс инсталляции интеллектуальной системы управления карьерным автотранспортом, при несомненных преимуществах имеет и ряд недостатков. В первую очередь это высокие капитальные затраты при установке системы, что увеличивает срок ее окупаемости, а также отсутствие нормативной базы, ее административного и законодательного компонентов. Однако по мере совершенствования систем диспетчеризации и автоматизации на карьерном транспорте, а также внедрения интеллектуальных систем управления в других областях техники экономическая составляющая предопределит переход управления карьерным транспортом на качественно другой уровень – интеллектуального управления. Это позволит существенным образом увеличить производительность карьерного автотранспорта, сократить эксплуатационные расходы, уменьшить простои и, в конечном итоге, снизить себестоимость добываемого полезного ископаемого.

Сегодня среди ведущих мировых производителей карьерных автосамосвалов прослеживается тенденция квыпуску беспилотных машин. Опытные образцы уже прошли испытания, и в ближайшее время будут запущенны в серийное производство [7].Управление осуществляется дистанционно диспетчером, причем имеется возможность руководить работой нескольких машин одновременно.

В настоящее время системы управления и организации карьерного автотранспорта переходят на другой, качественно новый уровень. Наиболее перспективным направлением развития представляется создание системы «интеллектуального карьера» с возможностью интегрирования в нее баз данных систем спутникового навигационного позиционирования, а также баз программного обеспечения по учету параметров надежности основных узлов и агрегатов карьерных автосамосвалов - в зависимости от эксплуатационных показателей работы карьерного транспорта. Особое внимание необходимо уделить разработке систем безопасности доступа к интернет-серверам управления работой как всего карьера, так и отдельных беспилотных автосамосвалов. Все это позволит выйти на новый уровень эксплуатации карьерного автотранспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Камынин, Ю.Н.* Автоматизация карьерного транспорта./ Ю.Н. Камынин, Я.С Зильберман.– М.: Недра, 1991. –224 с.

2. *Рыбак, Л.В.* Совершенствование организации работы карьерного автотранспорта на основе компьютерных технологий. Диссертация на соискание степени к.т.н. Москва,2005 г.

3. Автоматизированные системы, повышающие эффективность управления карьерным транспортом. Электронный ресурс http://www.vistgroup.ru/pressroom/14/33/

4. *Михнов, Д.К.* Анализ автоматизированных систем, повышающих эффективность управления карьерным транспортом. / Д.К. Михнов, Г.С. Климов. Системы обработки информации. 2007, выпуск 5 (63) ISSN 1681-7710.

5. *Волкинд, Я.* От автоматизации к интеллекту.// С NewsAnalytics. 2008 №4. - С. 52-58.

6. *Артамонов, П.В.* Программа для автоматизации расчета долговечности несущих металлоконструкций карьерных автосамосвалов, на основе данных спутниковой навигационной системы позиционирования GPS. // Вестник КузГТУ. – Кемерово, 2012.- №3. С. 40-41.

7. ОАО «БелАЗ», официальный сайт. Электронный ресурс: http://www.belaz.by/

Авторы: статьи

Герике
Борис Людвигович ,
докт. техн. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории угольного машиноведения Института угля СО РАН, проф. каф. горных машин и комплексов КузГТУ
e-mail: gbl_42@mail.ru

Артамонов
Павел Викторович,
канд. техн. наук, доцент каф. механики государственного национального минерально-сырьевого университета «Горный», Санкт-Петербург.