

## ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭКСКАВАТОРА

Васьков Владимир Сергеевич

Уральский государственный университет путей сообщения

Преобладающими на открытых горных работах являются машины периодического действия. Эти машины характеризуются большой динамичностью, особенно одноковшовые экскаваторы, одноковшовые погрузчики, бульдозеры и др. В течение рабочего цикла одноковшовый экскаватор совершает 16—18 движений, и оператор, управляя такой машиной, вынужден выполнять в течение одной минуты 60—90 включений. На бульдозерах оператор выполняет в течение часа до 800—1200 переключений.

Напряженный характер и монотонность работы операторов на этих машинах ведет к тому, что к концу смены производительность снижается на 25—35 %, возрастает опасность поломок и создания аварийных ситуаций. Кроме того, постоянно увеличивается объем строительных работ и ужесточаются требования по качеству

В этих условиях необходима автоматизация процесса экскавации с целью облегчения условий труда операторов, оптимизации режимов работы машин и повышения их производительности.

Многочерпаковые экскаваторы, земснаряды и драги, обеспечивающие непрерывность рабочих процессов, лучше отвечают требованиям современной технологии открытых горных работ и могут быть полностью автоматизированы.

Задача создания горного предприятия-автомата является перспективной.

Механизация и автоматизация строительного производства постоянно совершенствуются, так как дают возможность увеличивать темпы строительства, снижать трудоемкость и стоимость работ, повышать их качество, улучшать и облегчать условия труда обслуживающего персонала, обеспечивать безопасность выполняемых работ, перейти к завершению полной механизации тяжелых и трудоемких процессов и от механизации отдельных простых процессов строительства к комплексной их механизации и автоматизации. В соответствии с этим в строительстве различают механизированные, комплексно-механизированные и автоматизированные виды работ.

Автоматизация производственных процессов включает в себя понятия «автоматика» и «автоматизация», которые не следует отождествлять. Автоматика – отрасль науки и техники, разрабатывающая теорию и методы автоматизации производственных процессов, а автоматизация – это применение технических средств автоматики, освобождающих человека частично или полностью от непосредственного участия в производственном процессе.

Цель автоматизации производства заключается в повышении эффективности труда, улучшении качества выпускаемой продукции, создании условий для оптимального использования всех ресурсов производства.

При автоматизации рабочих процессов горных машин одной из основных задач системы автоматики является обеспечение движения рабочего органа машины по заданной траектории с определенной скоростью.

Автоматизация рабочих процессов является сложной проблемой. Переход от механизации к автоматизации требует коренной перестройки структуры производства, рабочей машины, регулирующих и управляющих устройств, а в ряде случаев и изменения самой продукции. Изменение конструкции рабочей машины и технологических приемов должно осуществляться так, чтобы обеспечивались их органическая связь и единство.

Средства автоматизации разделяют на устройства управления, защиты, регулирования и контроля. В каждой дорожно-строительной машине используются различные комбинации указанных видов устройств, однако основным направлением является автоматизация управления рабочими органами.

Системы мониторинга текущего состояния являются необходимым звеном автоматизации. Благодаря использованию данных систем можно предупредить поломки дорогостоящих узлов; осуществлять непрерывный автоматический контроль параметров электрооборудования и механической части оборудования, процесса работы экскаватора и объема выполненных работ; информировать оператора о режимах работы экскаватора, о необходимости прохождения ТО и ремонта; уменьшить время, необходимого для выявления неисправности. В настоящий момент систем, которые бы осуществляли полный мониторинг машин, нет.

Одноковшовые экскаваторы выполняют до 38% земляных работ в строительстве. Процесс копания у одноковшовых экскаваторов состоит из двух операций – заглужения ковша и его перемещения по забою. При заглужении ковш должен создавать ровную поверхность у подошвы забоя, что ведет к уменьшению затрат на планировку перед передвижкой экскаваторов (при ручном управлении экскаваторами на зачистку и планировку дна котлована после копания остается слой грунта до 20 см). В процессе копания ковш должен быть заполнен при минимальных затратах энергии и за минимальное время. Максимально возможная производительность и лучшие энергетические показатели достигаются при правильном сочетании подъемного и напорного движений. Поэтому внедрение на экскаваторах микропроцессоров и лазерных информационно-измерительных устройств для управления процессом копания позволяет повысить точность и качество выполняемых работ, снизить трудозатраты и численность обслуживающего персонала. В одноковшовых экскаваторах используются различные виды указанных устройств.

В одном случае при автоматизации работы экскаватора с обратной лопатой на рытье траншей приемник лазерного излучения крепится на ковше

экскаватор. Лазерный излучатель устанавливается на дне траншеи в начале ее разработки с направлением пучка лазера вдоль оси траншеи с проектным углом наклона. В кабине машиниста располагается информационно-индикаторное устройство, на экране которого он по положению (перемещению) лазерного пятна определяет величину и направление отклонения ковша от заданных отметок и устанавливает ковш в требуемое положение.

Другая автономно-копирная система управления одноковшовым экскаватором по лучу лазера состоит из лазерного излучателя, информационно-измерительного устройства с датчиками, установленными в шарнирах крепления рабочего оборудования, механизма перемещения фотоприемного устройства, а также микропроцессорного устройства, реализующего заданный закон управления рабочим процессом машины. Во время работы микропроцессорное устройство по сигналам датчиков вырабатывает управляющие сигналы, поступающие на исполнительные устройства, для поддержания заданной глубины копания и требуемого угла резания. Рабочие параметры высвечиваются на дисплее. При этой системе копание производится вручную по индикатору глубины копания, а на зачистных операциях включается автоматическая система управления, обеспечивающая заданную глубину копания, прямолинейность траектории движения режущей кромки ковша и заданный угол резания.

Наибольшую эффективность использования экскаваторов с лазерными системами дает применение бортовых микрокомпьютеров. В этом случае в память компьютера вносятся все необходимые данные, такие как геометрические размеры котлована, углы откосов, емкость, угол поворота, высота подъема ковша и т.п. Тогда во время работы в компьютер автоматически поступают сигналы с фотоприемника, а затем на исполнительные устройства для «моментальной» корректировки выполняемого процесса по отрывке траншеи или котлована.

Компания *Topcon* разработала «спутниковую» систему управления экскаватором (через *GPS*). Бортовой комплект состоит из бортового компьютера, приемника с двумя антеннами, четырех датчиков-акселерометров, монтажных кронштейнов и соединительных кабелей. Достоинством этой системы является возможность быстрого монтажа и настройки компонентов системы, быстрая установка и калибровка системы. Но существуют и недостатки. Во-первых, данная система предназначена только для гусеничных экскаваторов, во-вторых, необходимо дополнительное оборудование за пределами машины (базовая станция, ведущая в эфир информацию и нескольких опорных точек с известными координатами в системе координат проекта).

Для гидравлических одноковшовых экскаваторов и погрузчиков, выполняющих длительные работы с постоянно повторяющимися циклами, разработана компьютерная система управления погрузочными работами. Наиболее эффективно эта система используется при прокладке траншей, планировке откосов, погрузке разрабатываемых материалов в транспортные

средства, в шахтах и т.п. Она позволяет освободить машиниста от ручного управления при многократных повторениях выполняемых операций. Однако при использовании такой системы заполнение ковша происходит в ручном режиме. Кроме того, необходимо каждый раз «переобучать» систему при изменении каких-либо внешних факторов (смена самосвала, перемещение экскаватора и т.д.).

Для повышения эффективности использования гидравлических одноковшовых экскаваторов при выполнении планировочных и зачистных работ на них устанавливается автоматизированная система управления рабочим органом. Эта система выполнена с однопроводной управляющей связью и состоит из датчика положения ковша, датчиков положения рукояти и стрелы, каната управляющей связи, рычага и аппаратуры управления гидрораспределителем ковша. Данная следящая система позволяет сохранить первоначальное положение режущей кромки ковша при изменении положения рукояти.

Все перечисленные выше системы обладают одним общим недостатком: в них нет системы мониторинга текущего состояния экскаватора. А отсутствие же контроля текущего состояния может привести к тяжелым повреждениям (вплоть до аварии). Кроме того, все эти системы не способны отреагировать на появление препятствия на пути рабочего органа. Необходимо разработать математическую модель, которая будет точно описывать текущее состояние экскаватора исходя из входных данных, поступающих с датчиков. Построенная модель сможет служить базой для синтеза системы автоматизации экскаватора, которая сможет не только управлять скоростью и направлением перемещения рабочего оборудования, но и отслеживать текущее состояние машины.

#### Список литературы.

1. Бритарев В.А., Замышляев В.Ф. Горные машины и комплексы. Учебное пособие для техникумов. – М.: Недра, 1984 – 288 с.
2. Добронравов С.С. Строительные машины и основы автоматизации: Учеб. для строит. вузов/ С.С. Добронравов, В.Г. Дронов – М.: Высш. шк., 2003. – 575 с.
3. Ключев В.И., Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1980 – 360 с.