© В.С. Блохин, Н.Г. Малич, 2006

УДК 621.878

В.С. Блохин, Н.Г. Малич

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗЕМЛЕРОЙНОЙ ТЕХНИКИ

Семинар № 16

За последние годы характер производства МЗМР кардинально изменился. Если ранее производство было крупносерийным, имело большие переходящие заделы, то теперь производство стало мелкосерийным/единичным, продукция производится под заказ и непрерывно обновляется. Для того чтобы в новых условиях эффективно управлять ресурсами производства и выполнять заказы потребителей в кратчайшие сроки, необходимо более детально подходить к планированию, учету и контролю производства, материальных запасов, финансовых и трудовых ресурсов. Возрастает сложность и трудоемкость планово-учетных работ, возникает необходимость в пересмотре методики планирования и диспетчировании производства и материально-технического обеспечения - требуется реорганизация управления производством.

Для этого нужны квалифицированные кадры. А у нас в стране сотни преуспевающих предприятий лишились своих комсоставов специалистов, главной ошибкой которых было радение о производстве и неумение «распиливать, откатывать, отбивать, сливать и т.д.». Квалифицированные специалисты практически всех уровней инженерных и научных специальностей бросали свою профессию и растеряли свои знания и практические навыки или пополнили благодатно развивающийся научно-технический потенциал различных зарубежных фирм. В стране разрушились и качественные характеристики трудовых ресурсов, которые ковались десятилетиями.

Эта кадровая катастрофа еще не окончилась, а ее суровые последствия впереди. Если средняя заработная плата в ближайшие 2-3 года не возрастет минимум в 4-5 раз, то инвестиции в производство будут не эффективными, так как при наличии в избытке людей с высшим образованием, профессиональных специалистов найти становится все труднее и труднее. А в условиях мелкосерийного производства (диктуемого современными требованиями), динамического изменения продукции особенно высокую цену приобретают последствия ошибок, допущенных на этапах проектирования и технологической подготовки производства.

Практически все новые модели МЗМР должны предусматривать возможность монтажа электронного оборудования, совместимого с системами спутникового контроля и диспетчеризации предприятий, чтобы новая техника нормально вписалась в современные системы управления предприятием, которые в недалеком будущем найдут применение на объектах горнодобывающего, строительного комплексов.

Политика машиностроительных предприятий должна быть направлена на максимальное удовлетворение запросов и требований потребителя карьерной и специальной строительной техники.

Обеспечение коэффициента технической готовности гарантийного парка машин на уровне 0,9-0,95 и послегарантийного - 0,8-0,85 может быть достигнуто за счет обновления и совершенствования выпускаемой продукции, а также за счет коренной перестройки службы техниче-

ского сервиса и новой политики изготовителя в области послепродажного обслуживания, которая заключается в повседневном внимании к процессу эксплуатации техники на протяжении всего жизненного цикла.

Землеройная (тяжелая) техника-инвестиционный товар, который покупается потребителем раз в 5-10 лет и окупается в течение 3-5 лет. В настоящее время средний срок эксплуатации МЗМР составляет 7-9 лет. Большая часть отечественной техники нуждается в модернизации или восстановлении. Поэтому, решение о приобретении такого оборудования не может быть принято без понимания перспектив развития предприятия, создания определенного запаса финансовых или привлечения заемных ресурсов.

Например, интенсивное развитие открытого способа добычи создало качественно новую ситуацию в типаже машин для земляных работ (больше мощности, больше производительность, больше прибыли). Она характеризуется резким ростом производства машин большой единичной мощности, увеличением масштабов и концентрации грузопотоков, повышением требований к конструкции и экономичности техники, организации и технологии процесса погрузки и транспортировки груза.

В последнее десятилетие на устоявшуюся структуру машиностроительных рынков оказали влияние два существенных фактора: открытие рынков стран бывшего соцлагеря и Китая, а также общее снижение платежеспособности (спроса) за новую технику по всему миру. Эти два обстоятельства при-вели в корпоративное движение мировых лидеров машиностроения. Пошла волна слияний и поглощений, возникли транснациональные корпорации (ТНК). Они располагают производственными линиями, выпускающими полный спектр как мобильного, так и тяжелого оборудования для горнодобывающих, дорожно-строительных, лесных, сельскохозяйственных и мелиоративных, коммунальных и грузоподъемных работ. Для экспансии на вновь открывшиеся евроазиатские рынки ТНК вынуждены придавать большое значение снижению цены и разработкам специальных финансовых схем продаж. В результате диверсификации своих производственных линий, снижая себестоимость и предлагая более совершенные машины с новым качеством и дизайном, они становятся вне конкуренции по сравнению с производителями соответствующей техники постсоветского пространства. (табл. 1 и 2)* Если учесть, что еще до приватизации предприятия машиностроения имели далеко не совершенное по тем временам оборудование, еще тогда разница между отечественными системами управления металлорежущего оборудования и импортными была столь велика, что понятно: теперь это пропасть, не говоря уже о приводах, системах слежения и гидравлике.

В результате названного выше, отечественные предприятия машиностроения оказались совершенно не готовыми к борьбе с ТНК, основу которых составляют мощные финансовые институты, по принятым в мировой практике рыночным правилам. Объем и мобильность ресурсов ТНК не сопоставимы с возможностями даже самых крупных предприятий страны. По своей энерго-, капитало-, трудоемкости, текущим издержкам, экологичности отечественные предприятия являются одними из самых отсталых и могут существовать, в основном, благодаря демпингу и неразвитости внутреннего рынка и рынка СНГ. Если прибавить постоянный дефицит

*Строительная техника и технологии. 2003 г.

Таблица 2

Сравнительный анализ деятельности отечественных предприятий и ТНК

Показатель	Отечественные предприятия	Транснациональные корпорации	Соотношения
Число работников	10000	10000	1:1
Объем продаж	0,1 млрд. долл.	2 млрд. долл.	1:20
Объем продаж на 1 раб	12000-20000 долл.	200000-350000долл.	В 15-18 раз
Стоимость раб.места	20000-50000 долл.	200000-500000 долл.	1:10
% з/п в себестоимости	8-12%	25-35%	1:3
Абсолютный уровень з/п	70-500 долл.	3000-30000 долл.	В 40-60 раз

оборотных средств, высокую степень износа основных производственных фондов и фатальное разложение управленческого, финансового и технического менеджмента, то это и будет та правда о нашем экономическом состоянии.

Выход, очевидно, в силовом объединении предприятий машиностроения Украины и России вокруг уже состоявшихся известных финансовых альянсов для создания финансово-промышлен-ных групп. К сожалению, в настоящее время промышленность не обеспечена опережающими разработками, так как НИОКР, ставящие целью разработку перспективных технологий и оборудования, больше не финансируются. Анализ отраслевой структуры основных фондов свидетельствует, что перерабатывающие отрасли, и прежде всего машиностроительные, должны иметь более короткий период воспроизводства основных фондов, а на самом деле - наоборот. Более десяти лет предприятия не проводили сколько нибудь серьезного обновления. Статьи на эту тему изобилуют ужасающими цифрами, характеризующими степень износа оборудования.

В настоящее время в силу технических и организационных причин в области обеспечения отечественных предприятий современными машинами для земляных и мелиоративных работ и особенно техникой большой мощности накопился ряд негативных факторов. В их числе наиболее острой проблемой является повышение степени изношенности оборудования. В эксплуатации на предприятиях находятся машины для земляных работ, как правило, морально и физически изношенные (срок работы достигает 30-35 лет, износ 80-85 %, предкризисное состояние - у 50 % машин). Эксплуатация предельно изношенного оборудования недопустима с нормативно-правовой точки зрения и приводит к возрастанию вероятности аварий, увеличению затрат на ремонт и снижению безопасности работ. Обновление МЗМР и большегрузного автотранспортного парка сдерживается отсутствием у предприятий амортизационных отчислений, следствием чего является не только дефицит горно-транспортного оборудования, но и вынужденное приобретение старых «дешевых» машин, и при коэффициенте его амортизации до 0,5-0,6 приводит к росту затрат на обслуживание МЗМР.

В связи с изложенным возникает необходимость в разработке и реализации нетрадиционных способов оценки технического состояния машин и условий их эксплуатации (наличия и частоты экстремальных ситуаций, периодичности и качества проведения ремонтов и технических обслуживании), а также обоснованной разработки нормативных и методических материалов, регламентирующих порядок и содержание ремонтных работ, затрат на замену изношенных или вышедших из строя сборочных единиц и деталей.

В последнее время для диагностирования был опробован видиоакустичекий метод, основанный на измерении перемещения, скорости и ускорения механизма, а

также на спектрально акустическом анализе. Расшифровка акустического спектра позволяет с большой точностью установить и конкретный тип дефекта, изменяющего спектр, и определить степень его влияния на устойчивую работу машины.

С помощью переносных диагностических приспособлений оценивают параметры двигателя, электрической и гидравлической систем. По пробам масла, взятым из картера двигателя, с помощью спектрофотомера оценивают степень его старения, наличия в нем воды, антифриза, концентрации железа, алюминия и меди. По данным такого анализа устанавливают закономерность изменения концентрации металлических частиц в системе смазки. Повышенная концентрация частиц свидетельствует об интенсивности износа и о нарушении условий работы соединений. На основании таких анализов принимают решение о проведении сверхплановых работ по ТО или ТР. Опыт эксплуатации машин с объемным гидроприводом и анализ влияния условий эксплуатации показали, что главными факторами, которые влияют на долговечность гидропривода, являются климатические условия, эксплуатационные характеристики и степень чистоты рабочей жидкости, регулярность замены фильтров, а также качество ТО. Увеличение интервала по замене масел, других сервисных жидкостей и расходных материалов, снижает объем отработанных материалов и жидких побочных продуктов, которые подлежат промышленной переработке и вторичной утилизации.

Современные тяжелые машины для земляных работ характеризуются не только большими производительностями и собственной массой, но и высоким уровнем экономичности и экологичности, т.е. потреблением относительно малого объема топлива на единицу выполненной работы и малыми удельными выбросами вредных веществ в окружающую среду. В странах, производящих и применяющих землеройные машины, принимаются законодательные меры по регулированию уровней вредных машинных выбросов, которые побуждают производителя техники модернизировать оборудование в соответствии с новейшими технологиями. В соответствии с законами по охране окружающей среды в машинах используются высококачественные смазочные материалы и новейшие технологии их непрерывной очистки для вторичного использования, а также саморазлагающиеся технические жидкости.

Особое внимание уделяется увеличению интервалов между заменами масла или полной замене фильтровальной системы очистки масла в машине на центрифужную систему. Учитывая внедрение новшеств в конструкцию машин, некоторые из производителей МЗМР с целью минимизации расходов потребителя на ее обслуживание и содержание рекомендуют переходить от метода профилактической замены компонентов и сервисно-технических жидкостей (планово-предупредительной) на метод их замены по требованию (по техническому состоянию) машины. Состояние же техники определяется с помощью автоматизированного анализа, основанного на достоверной исходной информации, собираемой элементами компьютеризированной системы диагностики.

При создании машин принимаются меры к снижению уровня производимомого ими шума и вибрации, что улучшает условия работы оператора и повышает производительность его труда. Защита от вредного воздействия шума производится методом инкапсуляции, т.е. помещением узлов, механизмов и целых агрегатов в шумопоглощающие оболочки.

Все чаще для защиты окружающей среды на горных работах используются бестротиловые экологически чистые ВВ, или вообще, запрещаются горные работы с буровзрывной подготовкой пород к выемке. Для таких условий выпускаются землеройные, дорожно-строительные и другие виды техники на основе гидравлических приводов, развивающие большие

усилия копания и отрыва грунта от массива: комбайны, гидравлические экскаваторы, гидромолоты, рыхлительно-бульдозерные агрегаты и другие машины.

В самом ближайшем будущем большинство предприятий начнет использовать технику, оборудованную электронными средствами диагностики и контроля, а в дальнейшем перейдет на автоматизированную диспетчерскую систему. Например, уже сегодня бортовые контроллеры СКЗ-02 являются штатным оборудованием большегрузных самосвалов БелАЗ. Использование бортовых контроллеров позволяет обеспечить равномерную и точную загрузку машин, максимально увеличить ее среднеэксплуатационную производительность, обеспечить продление срока службы, тем самым снизить себестоимость работ у потребителя.

Фирма «Камминз» (США) - один из признанных лидеров в разработке и производстве дизельных и газовых двигателей мощностью от 18 до 3500 л.с. поставляет двигатели с интегрированной системой электронного управления и диагностики (с электронным мониторингом до 40 различных параметров работы двигателя в масштабе реального времени). Коэффициент технической готовности таких двигателей составляет 0,95-0,98, а применение новых систем очистки масла «Элиминейтор» и «Сентинел» позволяет увеличить интервалы между ТО, снизить непроизводительные простои техники и экономить ГСМ. При работе в тяжелейших горно-климатических условиях Восточной Сибири наработка двигателя «Камминз» до первого КР составляет 25 тыс. моточасов, с наработкой до последующей переборки 21 тыс. моточасов.

Наибольшую ценность для потребителя техники представляют устройства, обеспечивающие минимизацию расходов на обслуживание техники и повышающие ее готовность к работе. Все это удовлетворяется системами электронного мониторинга, которые обеспечивают операторов и обслуживающий персонал всесторонней информацией относительно интегрированной системы аварийной сигнализации, сервисных функций и эксплуатационных параметров. Системы удобны для пользователя, они экономичны благодаря автоматизированному наблюдению и более точным эксплуатационным данным, а также предусматривают инструмент для сервисных работ и упрощенной регулировки двигателя, гидравлики и др. Централизованный сбор необходимой информации и ее надежность позволяют быстрее получить ответы на возникающие вопросы, сократить время простоев и ускорить выполнение работ. В настоящее время техническое обслуживание и ремонт коренным образом изменяются за счет применения электронных систем, непрерывно контролирующих жизненные функции МЗМР. Компьютерная диагностическая система состоит из датчиков, информация от которых в виде базы данных поступает в автоматизированную систему управления эксплуатационными характеристиками МЗМР и диспетчеру в режиме реального времени. Каждый датчик подает тревожный сигнал в случае возникновения аварийной ситуации.

На сегодня создана и работает система диспетчеризации "Карьер". Она связывает между собой источники и потребителей информации с помощью каналов их передачи. В качестве источников информации используются датчики местоположения МЗМР, производительности, скорости, технического и эксплуатационного состояния землеройной и транспортной техники, их отдельных узлов и агрегатов, а также актуальная модель выполняемых работ. Потребителем информации является диспетчерский центр, оснащенный радиооборудованием, средствами компьютерной техники и программным обеспечением (см. рисунок). Он автоматически принимает и обрабатывает поступающую информацию, кроме того, обеспечивает ее оперативное и графическое отображение на терминалах пользователей и накопле-

Структурная схема системы диспетчеризации работ

ние для последующего решения задач учета и анализа МЗМР (см. рисунок)

Функционирование системы "Карьер"*), входящей составной частью в интегрированную информационную систему GPS и GSM управления технологическим и транспортным оборудованием, поддерживается глобальной системой позиционирования, включающей 24 искусственных спутника Земли, оборудованных аппаратурой. Использование системы "Карьер" базируется на системе автоматического управления (САУ), включающей: систему управления двигателем (СУ), систему контроля загрузки МЗМР и расхода ими топлива (СКЗиТ), систему управления тяговым электроприводом (СУТЭП), систему автоматизации управления гидромеханической передачей (АГМП), систему диагностики и контроля состояния элементов и узлов МЗМР (СД и КО).

Применение электрической трансмиссии на МЗМР большой мощности предопределило использование компьютерных систем управления тяговым электроприводом (СУТЭП). СУТЭП обеспечивает управление процессом преобразования механической энергии, выработанной двигателем, в электрическую энергию и обратного преобразования электрической энергии в механическую, которая используется в виде регулируемых тяговых и тормозных усилий на ведущих колесах. При этом СУТЭП осуществляет только регулирование параметров работы электрических машин (тягового генератора и тягового электропривода), в то время как первичный двигатель работает в стабильном режиме.

Этот принцип регулирования реализован для того, чтобы обеспечить работу дизеля в режиме максимальной мощности независимо от нагрузки на ведущих

колесах МЗМР, а также добиться полного использования мощности силового агрегата. Тяговый электропривод размещен в мотор-колесе, который представляет собой автономную конструкцию, состоящую из собственно колеса с пневматической шиной и встроенного редуктора.

Управляющий сигнал, вырабатываемый СУТЭП, формируется в зависимости от текущей информации, поступающей от блоков обработки сигналов тягового генератора, тягового электропривода, тормозного резистора, силовых выпрямителей, шунтов, датчиков частоты вращения дизеля, датчиков напряжения силовых цепей, датчиков тока, датчиков скорости движения и датчиков контроля теплового состояния тягового генератора, тягового электропривода и диодов силовых выпрямителей.

Эти датчики вместе с .электронной аппаратурой на базе специальных контроллеров образуют элементную базу СУТЭП, которая размещается непосредственно на МЗМР и способна работать в суровых климатических условиях при влажности воздуха от 5 до 95 %, температуре - от минус 55 °С до плюс 80 °С и давлении - от 84 до 107 кПа. В кабине водителя МЗМР устанавливается панель оператора.

Гидромеханическая передача на современных машинах для земляных работ является составным элементом гидромеханической трансмиссии и состоит из согласующего редуктора, гидротрансформатора, гидромеханической коробки передач, тормоза замедлителя и узлов гидравлической системы. Для автоматизации процесса управления гидромеханической передачей устанавливается система автоматического управления (АГМП).

Система АГМП выполнена в виде программируемого промышленного контроллера, содержащего вычислительный микропроцессор, набор дискретных и аналоговых входов/ выходов, счетчиков событий, а также набор внешних интерфейсов для связи с различными периферийными устрой-ствами.

Система АГМП от датчиков, установленных на борту МЗМР, получает информационные сигналы, которые в свою очередь являются входной информацией для программы, управляющей автоматическим переключением передач.

Кроме автоматического управления коробкой передач, система АГМП также может решать и задачи, связанные с диагностикой определенных параметров МЗМР, контролем загрузки ковша горной массой, учетом рейсов и уровня топлива, а также предупреждением оператора о возникновении аварийных ситуаций. Система устойчива к воздействию температуры в пределах от – 40 °С до +65 °С и синусоидальной вибрации с частотой 1-500 Гц и амплитудой ускорения до 5g. Питание системы АГМП производится от источника постоянного тока от 18 до 32 В, при этом потребляемая мощность не превышает 20 Вт.

Накопленный опыт использования компьютерных технологий в решении задач управления технологическими процессами и транспортной техникой позволяет прогнозировать переход в недалеком будущем к комплексной автоматизации к качественно новому этапу в развитии и обеспечении земляных работ. Сущность этого этапа будет заключаться в создании и внедрении технологических процессов на основе компьютеризированных автоматических и автоматизированных средств. Современная отечественная землеройная техника не в состоянии осуществить работу всех названных систем управления, контроля и обеспечения МЗМР. Она может быть использована только для реализации незначительной части их. Для полного осуществления хотя бы указанных (уже существующих)

* Карьерный транспорт. Январь 2004 г.

систем управления, контроля и анализа состояния МЗМР нужна техника нового поколения.

Коротко об авторах

Блохин В.С., Малич Н.Г. – Национальная металлургическая академия Украины.

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖНЫМ ВОПРОСАМ

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ			
КОРОЛЕВА Валентина Николаевна	Научное обоснование и разработка технологических решений по повышению безопасности горных работ на базе эффективной дегазации с утилизацией метана на основе газогидратных процессов	05.26.03 25.00.36	д.т.н.
КУВАШКИНА Татьяна Анатольевна	Модели и алгоритмы обработки геоинформации в масштабируемом банке данных горной промышленности	25.00.35	к.т.н.
ЛУЩИК Александр Григорьевич	Разработка прогрессивных технологических решений по повышению эффективности струговой выемки угля по восстанию пластов	25.00.22	к.т.н.
МАКЕДОНСКИЙ Олег Михайлович	Обоснование эффективного применения погрузо-доставочных и транспортных машин при подземной разработке гипсовых месторождений	25.00.22	к.т.н.