© Д.И. Жмуровский, 2006

УДК 622.242

Д.И. Жмуровский

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГОВООРУЖЕННОСТИ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ШАХТЕ

В современных условиях интенсивного освоения запасов угольных месторождением с использованием высокопроизводительного дорогостоящего горно-шахтного оборудования вопросы эффективности и надежности производственных процессов в шахтах приобретают особое значение. Существенно возросшие геометрические размеры выемочных полей сопровождаются большим разнообразием горно-геологических условий в пределах выемочных столбов, в частности, значительным количеством геологических нарушений различных типов. Высокопроизводительная отработка запасов угля, основанная на эффективных и надежных технологических процессах требует изыскания решений по существенному росту отмеченных характеристик технологических процессов по добыче угля.

Анализ опыта высокопроизводительной отработки выемочных полей показал, что одним из направлений повышения эффективности и надежности технологических процессов по добыче угля является рост энерговооруженности горно-шахтного оборудования.

В то же время энерговооруженность отечественных очистных механизированных комплексов (ОМК), которыми в основном оснащены шахты России находится в пределах 1000-1200 кВт, зарубежных – 2000-2500 кВт.

В сравнении с зарубежными аналогами технический ресурс до первого капитального ремонта очистных комбайнов России и Украины в 2-3 раза ниже.

Учитывая то, что 88 % мощности электродвигателей очистных комбайнов тратится на разрушение угля, повышение энерговооруженности оборудования напрямую сказывается на его производительности.

Важным вопросом в балансе мощностей оборудования является сбалансированность их производительностей.

В зарубежной практике баланс энергетических мощностей ОМК распределяется следующим образом: комбайн, забойный конвейер, участковый транспорт в пересчете на один км длины распределяется, примерно, по 30% для каждого вида при равной технической производительности, что обеспечивает надежную работу всей технологической цепи выемочного участка.

В табл. 1 приведены данные по энерговооруженности, ресурсу и производительности комплектов оборудования выемочных участков шахт Центрального района Кузбасса. Анализ данных показывает, что комплектация оборудования далека от оптимально сбалансированной. Особенно отстают по уровню энерговооруженности транс-портные линии.

В отдельных случаях мощность комбайна не удовлетворяет эффективности технологического процесса. Нарушение этого баланса является основной причиной того, что в реальных условиях не

Таблица 2

Затраты на техническое обслуживание и ремонт очистных механизированных комплексов шахт Ленинского района Кузбасса

Тип комплекса	Стоимость в млн руб.	Энерговооруженность, кВт	Средние эксплуатационные затраты в год за срок службы, тыс. руб.				% от стоимости комплекса
			Запасные части	Техническое обслуживание	Капитальный ремонт	Всего	
«Джой» л 25-85	170,95	2032,5	0,83	0,43	-	1,26	0,7
КМ-144 Л 809	101,14	1055	1,18	0,83	8,48	10,49	10,9
КМ-142 Л 13-59	123,12	1436	1,43	0,83	6,80	9,06	8,7
КМ-138 Л 1733	75,55	850	0,82	0,22	5,76	6,81	9,4

достигается проектная производительность комплекса в целом, снижается коэффициент машинного времени, изменяется динамика работы очистных забоев.

Особенно это сказывается на механизмах с повышенной энерговооруженностью. Технологические процессы добычи с повышенной энерговооруженностью, как правило, имеют резерв по мощности для преодоления непредвиденных осложнений горно-геологи-ческих условий, имеют высокую надежность и долговечность, минимум технического обслуживания, значительный ресурс, ремонтопригодность.

Повышение энерговооруженности процесса добычи угля и проходки выработок позволит реструктуризировать предприятие, сократив число забоев, пластов в одновременной разработке, выемочных полей, что, в свою очередь, обеспечит закрытие некоторого количества водоотливных, вентиляторных и других стационарных установок.

В балансе использования электроэнергии на шахтах 75-85 % занимают постоянные расходы от потребления энергии стационарными установками. Поэтому повышение энерговооруженности изменит баланс электропотребления со снижением общего расхода. Так на шахтах Ленинского рудника при увеличении энерговооруженности единичного комплекса с 950 кВт в 1993 г. до 1160 кВт в 2000 г., сокращением количества очистных забоев с 31 до 18 (снижение на 42 %), снижением добыча на 35 % потребление электроэнергии снизилось на 21 %. Предполагается, что на реструктуризированной шахте в балансе электропотребления, постоян-ные расходы должны составлять, примерно, 65 %.

Увеличение энерговооруженности технологического оборудования улучшает, прежде всего, динамику работы машин, повышает их надежность и долговечность. Под надежностью надо понимать свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого

промежутка времени или требуемой наработки.

Под понятием долговечность понимается свойство изделия сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов.

Закладывая в проекты машин высокую энерговооруженность и значительный ресурс мы тем самым существенно повышаем его надежность и долговечность.

Машины с повышенной энерговооруженностью требуют минимум затрат на техническое обслуживание в пересчете затрат на 1 т добытого угля, табл. 2. Затраты на техническое обслуживание очистного комплекса «Джой» по шахте им. Кирова составляет 0,74 % в год, комплекса КМ-144 по шахте им. 7 Ноября – 12,9 % от стоимости комплексов.

Более мощная техника оборудована, как правило, диагностической аппаратурой, которая позволяет не разбирать машину для осмотра, сокращать время поиска неисправностей, время простоя, особенно в аварийных ситуациях. Подсчитано, что время устранения неплановых ремонтов выше плановых в 1,5 раза.

Затраты на техническое обслуживание современного горно-шахтного оборудования составляет в среднем по шахтам 25 %. Поэтому, уменьшая эксплуатационные расходы можно достигнуть существенного снижения себестоимости добычи угля.

Важным является комплектования технологических комплексов оборудованием с близкими ресурсами.

Под ресурсами понимается наработка изделия до предельного состояния, определенного технической документацией. Различают ресурс до первого капитального ремонта, межремонтный ресурс, средний ресурс, остаточный ресурс.

В практике комплектования отечественных очистных комплексов с энерговооруженностью до 1000 кВт ресурсы до первого капитального ремонта, например, комбайна в 3-3,5 раза меньше, чем крепи, в 1,5-2 раза меньше лавного конвейера.

Работа такого комплекса не может быть эффективной. Поэтому комплектование современных мощных комплексов оборудования должна осуществляться с учетом ресурсов наработки, а комплексов бывших в работе по остаточному ресурсу. При этом повышение остаточного ресурса возможно через текущие и капитальные ремонты на предприятиях и специализированных организациях.

Изложенный материал подтверждает необходимость проведения детальных исследований влияния энерговооруженности горно-шахтного оборудования на надежность и эффективность производственных процессов в шахтах. Такие исследования выполнены на шахтах Центрального района Кузбасса. Их результаты изложены в последующих публикациях.

Коротко об авторах

Жмуровский Д.И. – кандидат технических наук, ОАО «СУЭК».

© Д.И. Жмуровский, 2006

УДК 622.242

Д.И. Жмуровский

ФОРМИРОВАНИЕ УРОВНЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ШАХТЕ

Нами выполнен комплекс исследований влияния энерговооруженности оборудования на надежность и эффективность производственных процессов, уровень которых в значительной степени определяет эффективность использования шахтного фонда.

В качестве показателя надежности производственных процессов в шахте примем коэффициент их готовности к выполнению технологических функций:

$$K_г = \frac{T}{T + T_п},$$

где T – время выполнения технологических функций; $T_П$ - время простоя.

Коэффициент готовности характеризует вероятность того, что производственный процесс будет осуществлять свое назначение.

Любой производственный процесс представляет систему взаимосвязанных операций, осуществляемых механизмами и людьми. Каждая такая операция характеризуется своим коэффициентом готовности $K_{Гi}$. Коэффициенты готовности операций определяется состоянием исполняющих устройств (машины, люди) и состоянием объекта выполнения операций (углепородный массив).

Коэффициент готовности всей системы $K_{ГС}$ определяется с учетом значений коэффициентов для отдельных элементов и из взаимосвязей.

Например, для условий отработки газоносных угольных пластов выделим значение уровня надежности дегазации:

$$K_{г.с} = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^{i=n-1} \frac{1 - K_{ai}}{K_{ai}} + \frac{1 - K_{an}}{K_{гп}}}$$

где $K_{Гi}$ - коэффициенты готовности элемента выемочного участка; $K_{гп}$ - коэффициент готовности схемы по элементу дегазации.

В качестве коэффициента готовности схемы по элементу дегазации принято значение надежности дегазации.

Надежность дегазации оценивается вероятностью того, что к моменту начала горных работ будет достигнут проектный коэффициент эффективности дегазации:

$$H = P\left[K_д(t) \geq K_{д.пр}\right]$$

где $K_Д$(t) - фактическое значение коэффициента эффективности дегазации к моменту времени t; $K_{Д.ПР}$ - проектное значение коэффициента эффективности дегазации.

Для каждого способа эффективность дегазации связана со съемом газа на тонну запасов. Поэтому имеет место соотношение:

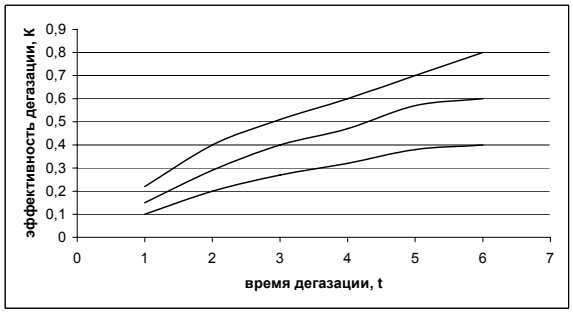
$$H = P\left[q(t) \geq q_{пр}\right]$$

где q(t), $q_{пр}$ - фактический к моменту t съем газа на тонну запасов за время t и его проектное значение, $м^3/т$.

Коэффициент эффективности дегазации для каждого отдельного способа или для комплексной схемы является функцией времени.

На рис. 1, *а* представлен обобщенный характер изменения $K_Д$ во времени. Проектная кривая I, характеризует желаемый результат дегазации. Кривые П и Ш – некоторую область варьирования $K_Д$, ограниченную кривыми. Чем уже эта область, тем, при прочих равных условиях, надежнее схема дегазации.

а) динамика эффективности дегазации



б) плотность распределения эффективности дегазации

Рис. 1. Характеристики надежности дегазации

Рассмотрим изменение значения $K_Д$ в области, ограниченной кривыми П и Ш в момент времени $t_{пр}$ вероятность того, что в этот момент $K_Д$ примет некоторое заданное значение может быть охарактеризована некоторой функцией плотности вероятности. Выбор теоретических функций распределения для аппроксимации эмпирического распределения $f(K_Д)$ производился в результате анализа гистограмм распределения $K_Д$ /t = $t_{Д.ПР}$ для различных способов дегазации и комплексных схем. С учетом $K_Д$ /t = $t_{Д.ПР}$ как некоторой случайной величины, характеризующейся плотностью вероятности $f(K_Д)$, надежность дегазации может быть определена из выражения:

$$H = \int_{K_{д.пр}}^{K_{д.max}} f\left(K_д\right) \cdot d\left(K_д\right)$$

Рассматриваемый интеграл характеризует площадь Н, ограниченную кривой $f(K_Д)$ в пределах [$K_{д.пр}$, $K_{д.}$ max] и осью абсцисс. Очевидно, при $K_{д.пр}$, $K_{д}$min надежность дегазации Н = 1. Следовательно, получив для каждого способа дегазации (или комплекса) функцию плотности распределения $f(K_Д)$, можно получить заданную надежность дегазации. При этом, как видно из рис. 1, *б*, нет необходимости задавать Н = 1, т.к. это связано с необоснованными затратами.

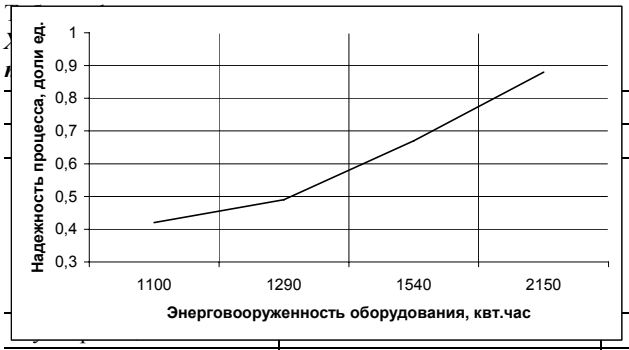
Для определения скорости нарастания коэффициента эффективности дегазации во времени использовано выражение:

$$V_{K\,д} = \frac{d\left[K_д(t)\right]}{dt}$$

Значение $V_{K_д}$ характеризует оперативность способа дегазации.

Указанная процедура была реализована для оценки уровня надежности других технологических процессов добычи угля. Данные использовались для установления зависимостей уровня надежности технологических процессов от энерговооруженности используемого горно-шахтного оборудования.

Исследования влияния энерговооруженности горно-шахтного оборудования на надежность выполнения производственных процессов оценивалась на основе обработки статистического материала по шахтам России и основных угледобывающих стран. Установлено, что увеличение энерговооруженности производственных процессов на 20 % сопровождается ростом коэффициента готовности процесса на 27 %. Практический интерес представляют данные, связанные с применением обычного оборудования и оборудования нового технического уровня.



		Количество	Надежность
		3	0,78
		2	0,76
		2	0,73
		1	0,77
		3	0,72
		8	1,0
Механизация	КМ-138	7	0,45
	КМ-130	8	0,37
	КШ-3м	12	0,49
	ГПК	11	0,5
	ПК-3р	7	0,55
Вентиляция	ВОКД-3,6	1	0,95
	ВЦ-5	1	0,95
	ВОКД-3,0	5	0,97
	ВЦД-3,3	2	0,93
	ВЦД-3,2м	1	0,93
Дегазация	Пластовые	-	0,7
	Комплексная схема	-	0,75
	Скважины с поверхности	-	0,62

Различие в энерговооруженности этих типов оборудования составляет 70-85 %, что обеспечивает повышение надежности производственных процессов на базе этого оборудования в 2 раза и более.

Нами выполнен расчет фактических показателей надежности технологической схемы шахты «Октябрьская» по предложенной методике. Результаты расчета сведены в табл. 1. Исследование надежности функционирования выемочного участка мощной высокопроизводительной шахты осуществлялось с учетом надежности всех основных элементов технологической схемы.

Данные табл. 1 показывают, что основные элементы технологической схемы шахты «Октябрьская» обладают высоким уровнем надежности по сравнению с достигнутым в отрасли.

Таблица 2

Данные по энерговооруженности труда на шахтах

Страна	Энерговооруженность тыс. кВт. ч/год на одного рабочего по добыче	Производительность рабочего по добыче, т/мес	Энергозатраты, кВт.час/ т
США	52,0	512	120
Германия	51,5	140	75
Россия	28,0	110	52
Казахстан	32,0	81	36

Существенный вклад в повышение надежности внесло повышение энерговооруженности горно-шахт-ного оборудования.

Энерговооруженность любого технологического процесса является одним из основных показателей его надежности и долговечности. Увеличение энерговооруженности технологического оборудования улучшает, прежде всего, динамику работы машин, повышает их надежность и долговечность. Под понятием надежности надо понимать свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя свои эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или требуемой наработки.

Под понятием долговечность понимается свойство изделия сохранять работоспособность до предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов. Повышение надежности производственных процессов достигается также сбалансированностью производительностей и ресурса применяемого оборудования.

Например, мощность комбайна не удовлетворяет интенсивности технологического процесса. Нарушение этого баланса является основной причиной того, что в реальных условиях не достигается проектная производительность комплекса оборудования в целом, снижается коэффициент машинного времени, изменяется динамика работы забоев.

Особенно это сказывается на механизмах с повышенной энерговооруженностью. Технологические процессы добычи с повышенной энерговооруженностью, как правило, имеют резерв по мощности для преодоления непредвиденных осложнений горно-геологи-ческих условий, имеют высокую надежность и долговечность, минимум технического обслуживания, значительный ресурс, ремонтопригодность.

Машины с повышенной энерговооруженностью требуют минимум затрат на техническое обслуживание в пересчете затрат на 1 т добытого угля. Затраты на техническое обслуживание очистного комплекса «Джой» по шахте им. С.М. Кирова составляет 0,74

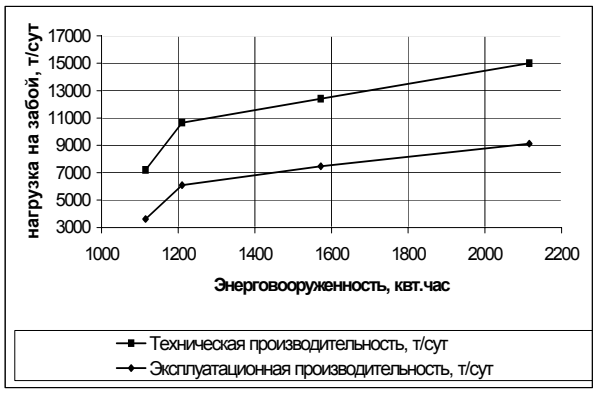


Рис. 2. Влияние энерговооруженности очистного оборудования на надежность работы очистного забоя

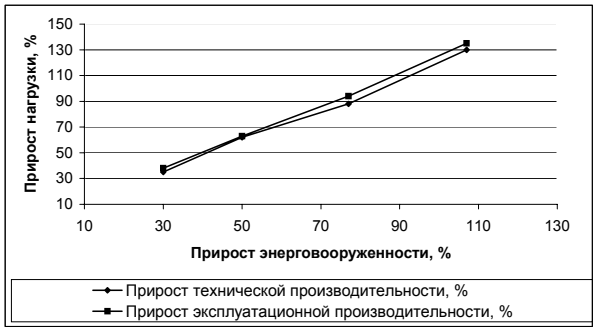
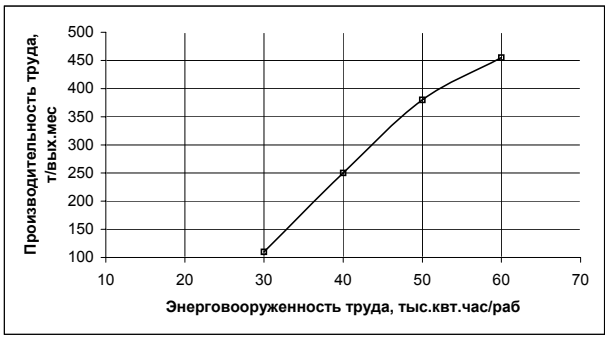
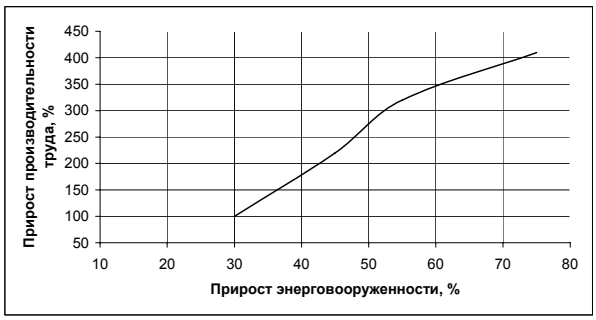


Рис. 3. Влияние энерговооруженности на интенсивность горных работ





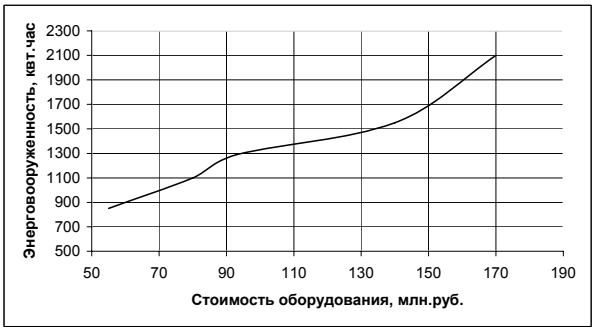


Рис. 4. Влияние энерговооруженности труда на его производительность

Рис. 5. Влияние стоимости оборудования на его энерговооруженность

% в год, комплекса КМ-144 по шахте им. 7 Ноября – 9,9 % от стоимости комплексов.

Более мощная техника оборудована, как правило, диагностической аппаратурой, которая позволяет не разбирать машину для осмотра, сокращать поиск неисправностей, время простоя, особенно в аварийных ситуациях. Подсчитано, что время устранения неплановых ремонтов выше плановых в 1,5 раза.

Важным принципом повышения надежности производственных процессов является комплектования технологических комплексов оборудованием с близкими ресурсами.

В практике комплектования отечественных комплексов с энерговооруженностью до 1000 кВт ресурсы до первого капитального ремонта, например, комбайна в 3-3,5 раза меньше, чем крепи, в 1,5-2 раза меньше лавного конвейера.

Работа такого комплекса не может быть эффективной. Поэтому комплектование современных мощных комплексов должна осуществляться с учетом ресурсов наработки, а комплексов бывших в работе по остаточному ресурсу. При этом повышение остаточного ресурса возможно через текущие и капитальные ремонты на предприятиях и специализированных организациях.

Влияние энерговооруженности труда на эффективность работы шахт подтверждают данные табл. 2.

На основе представленного в таблицах статистического материала нами установлены обобщенные зависимости показателей надежности некоторых производственных процессов и их эффективности от энерговооруженности горно-шахтного оборудова-ния на шахтах, рис. 2–5.

Рост интенсивность очистных работ, которую можно оценить суточной нагрузкой на очистной забой, опережает

рост энерговооруженности очистных механизированных комплексов. При увеличении энерговооруженности очистного комплекса оборудования на 100 % техническая производительность оборудования возрастает на 110 %, а эксплуатационная производительность очистного забоя на 130 %.

Более существенное влияние на показатели подземных горных работ оказывает энерговооруженность труда, которую можно оценить соотношением мощности оборудования на шахте и численности промышленно-произ-водственного персонала. Рост энерговооруженности труда на 78 % обеспечивает увеличение производительности труда на 410 %.

Увеличение энерговооруженности горно-шахтного оборудования естественно сопровождается ростом его стоимости. В этом отношении наблюдается практически прямо пропорциональная зависимость между этими параметрами, рис. 5.

Приведенные результаты исследований подтверждают эффективность развиваемого направления повышения эффективности использования шахтного фонда за счет увеличения надежности производственных процессов на базе роста энерговооруженности горно-шахтного оборудования и в целом труда по шахте. Для эффективной реализации этого направления необходимо изыскания внутренних ресурсов угледобывающего предприятия, каким может быть попутный добыче угля угольный метан.

Коротко об авторах

Жмуровский Д.И. – кандидат технических наук, ОАО «СУЭК».

© Д.И. Жмуровский, 2006

УДК 622.242

Д.И. Жмуровский

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКОЙ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Одним из эффективных направлений повышения надежности технологических процессов в шахтах является осуществление оперативной диагностики горно-шахтного оборудования. Системный подход к коплектованию основных производственных процессов по добыче угля оборудованием предполагает применение системы диагностики этого оборудования.

Для совершенствования технологии эксплуатации и обслуживания горно-шахтного оборудования повышенной энерговооруженности нами разработаны принципы и создана система оперативного контроля и диагностики состояния оборудования. Сущность системы отражена на рисунке. Реализация такой системы заключается в следующем.

Эксплуатация современного горно-шахтного оборудования повышенной энерговооруженности требует своевременного предупреждения, обнаружения и устранения возможных неисправностей, главным образом скрытых, не выявленных внешним осмотром для сокращения затрат времени и ресурсов на ремонт и предотвращения аварийных ситуаций.

Методов для получения объективной информации о техническом состоянии оборудования много, но, прежде всего, необходимо использовать информацию завода-изготовителя из карт технического обслуживания и встроенных дисплеев.

Дополнительная информация получается с помощью диагностических средств, которые позволяют не только определять неисправности, но и прогнозировать их на ближайшую перспективу, что показывает ресурс работы узлов или агрегатов в целом.

Машины, имеющие средства диагностирования узлов, позволяют сокращать затраты на техническое обслуживание и ремонт за счёт уменьшения времени их осмотра и анализа экспертами, сокращение времени и количества плановых и неплановых ремонтов.

Средства диагностики подразделяются по способу диагностирования на тестовые и функциональные, по организации работ на автоматические и ручные, по функциональным возможностям на индивидуальные и унифицированные. По конструкции они подразделяются: на встроенные, переносные и стендовые.

Диагностирование узлов производится для тех машин, которые имеют кратность к общему ресурсу. Это позволяет экономично спланировать приобретение необходимых объёмов запасных частей и материалов, увязанного со временем эксплуатации. Диагностирование машин кроме этого положительно влияют на общий уровень квалификации обслуживающего персонала.

Важным направлением совершенствования системы управления эксплуатацией шахтного стационарного оборудования являются диагностирование как с помощью автоматизированных систем, так и переносных приборов, используемых при оперативном проведении работ. Учитывая, что износ парка стационарных установок на шахтах значительный (до 75 %), актуальность диагностирования очевидна.

Рис. 1. Автоматизированная система оперативного контроля и диагностики состояния горно-шахтного оборудования

Автоматические средства диагностики позволяют получать с контрольных точек информацию о техническом состоянии с помощью специальных датчиков, сигналы которых подаются на цифровую индикацию. Аналогичные приборы диагностики могут быть переносными и использоваться эпизодически. Автоматические и переносные средства диагностики позволяют не только получить информацию о состоянии того или иного узла, но и найти неисправность и принять меры по ремонту.

Для диагностики гидравлического оборудования очистных механизированных комплексов на шахтах используется метод дистанционного контроля за давлением в гидравлических системах крепи при проведении технических операций с комплексом. Эта информация передаётся на пункт обработки, оборудованный персональным компьютером и комплексом специальных программ с получением готового отчёта. Кроме этого, для диагностирования гидрооборудования крепи в специализированных управлениях используются переносные приборы перетока жидкости типа ИПГ.

Важным звеном в качественном обслуживании оборудования является организация и проведение наладочных работ. Опыт проведения наладочных работ на шахтах Кузбасса выявил ряд их существенных недостатков.

В настоящее время организацию технического обслуживания строят на жестком регламенте без учета действительного износа оборудования. Поэтому производят наладку или слишком рано или слишком поздно.

Современные методы инструментальной наладки очень трудоемкие, и позволяют, как правило, определять только несущую способность гидростоек крепей (трудоемкость работ составляет от 50 до 100 чел.смен).

При проведении наладочных работ состояние насосных станций, гидрораспределителей, гидродомкратов определяется визуальным осмотром, интуицией и опытом обслуживающего и ремонтного персонала.

Все эти недостатки не позволяют производить эффективную ревизию и наладку очистных механизированных комплексов с требуемым качеством, следовательно, не исключаются отказы гидрооборудования в добычные смены.

Достаточно сказать, что из-за отказов гидрооборудования крепи теряется до 20 % добычи угля от всех потерь из-за отказов с крепями. В связи с этим необходима техническая диагностика комплексов, которая давала бы полное представление о состоянии и режиме работы гидрооборудования.

В настоящее время на шахтах применяется несколько способов диагностирования. Например, диагностирование гидроприводов машин с насосами постоянной производительности, когда непрерывно или через постоянные периоды времени работы гидропривода измеряют время сброса на слив избытка подачи рабочей жидкости, с одновременным контролем номинального давления.

Другой способ основан на определении герметичности гидроцилиндров, заключающийся в том, что одновременно с изменением давления в гидроцилиндре измеряют другой параметр, например, положение поршня в цилиндре. Применяются также способы, основанные на определении времени нарастания давления, виброакустических методах.

На крепях очистных забоев применяются индикаторы ИД-13 для оперативного контроля несущей способности крепи. Все эти способы имеют свои плюсы и минусы и не решают проблемы системного диагностирования системы гидропривода очистного механизированного комплекса.

На шахтах Кузбасса совместно с Кузбасским государственным техническим университетом произведена работа по созданию методов и технических средств определения технического состояния гидросистем лавных крепей. При этом определяющим параметром служит скорость выполнения технологическим операций.

Схема экспериментальной установки состоит из потенциометрического датчика,

датчика метана (ДМЗ-ЗТ), аппарата сигнализации (АС-ЗУ), который расположен на платформе энергопоезда, информационной стойки (СПТ-ЗИ) в диспетчерской шахты. Потенциометрический датчик подсоединяется к напорной магистрали гидросистемы комплекса. Схема установки работает следующим образом.

Давление рабочей жидкости из напорной магистрали воспринимается плунжером, который через рычажную систему перемещает щетку реохорда. Тем самым изменение давления преобразуется в пропорциональное изменение сопротивления реохорда.

Сопротивление реохорда включено в мост датчика ДМТ вместо постоянного резистора сопротивлением 7,06 ом. Изменение сопротивления в зависимости от давления вызывает разбаланс моста ДМТЗТ, что приводит к появлению сигнала, который поступает в аппарат АС-ЗУ, затем сигнал по линиям связи поступает в диспетчерскую на информационную стойку (СПТЗИ) с самописцем. Непрерывный сигнал записывается на ленту, на ленте устанавливаются временные метки - через каждую минуту. Скорость ленты самописца устанавливается максимальной - 5400 мм/час.

Перед началом работ согласовывается давление в гидросистеме со шкалой самописца при помощи контрольного манометра.

Предварительный анализ диаграмм измерения давления в гидросистеме очистного механизированного комплекса позволил установить, что длительность выполнения операции технологического цикла по передвижке секций крепи зависит от срока эксплуатации (следовательно и износа) гидрооборудования. Полученные диаграммы показывают, что каждой технологической операции соответствует определенное давление в гидросистеме: передвижке секции крепи 170 кг/см^2, конвейера – 100 кг/см^2 и т.д. Это позволяет выделить отдельные «критические» технологические операции, проанализировать длительность их выполнения и установить пути совершенствования.

На первом этапе исследований состояния механизированной крепи предусмотрена обработка диаграммы давления для составления временных рядов передвижки секций, пауз, передвижки конвейера, крепи сопряжения.

На основании экспериментов выявлен характер изменения давления в гидросистеме крепи при раздельных операциях по передвижке секций крепи, конвейерного става, крепи сопряжения и т.д. а также при их сочетании.

Найдены законы распределения времени передвижки, установлены их рациональные значения. Например, время на передвижку секции крепи в лаве №7 шахты им. Ярославского не должно превышать 31 секунду, длительность пауз 29 секунд, конвейерного става 14 секунд и т.д. Имея аналогичные записи для новых очистных комплексов, при периодической записи процессов передвижки крепи путем сравнения выявляются отклонения в гидросистеме комплекса.

Диаграммы позволяют проверять состояние комплекса и по сигналам эксплуатационного персонала и, в какой то мере, выявлять недостатки в технологии передвижке секций крепи, конвейера. В настоящее время эта работа продолжается для набора новых данных и их обработки на ЭВМ.

Для исследования подшипников различных машин широко используется акустический метод с применением приборов вибродиагностики, ультразвуковой диагностики, дефектоскопов УД2-12, толщиномеров «Кварц-6». Кроме этого применяется магнитная дефектоскопия – дефектоскоп ПМ-70.

Для диагностики широкого спектра оборудования находящегося при их ревизии и наладке применяются различные стенды.

Для насосов и гидродвигателей применяется стенд ИС-320, при испытании гидрооборудования крепи применяют индикаторы перетока жидкости ИПГ, для проходческого оборудования КИ-48-15м-03. Аналогичные стенды имеются для испытания электрооборудования, средств автоматизации и газовой защиты.

На угольных предприятиях находят широкое применения инфракрасные термомет-

ры с пределами измерений от 18 °С до 400 °С для дистанционного контроля температуры на расстоянии до 10 м. При этом возможно дистанционное измерение температуры нагрева контакторов электровозов, электрооборудования любого напряжения с точностью до десятых долей градуса без отключения напряжения.

В 80 % случаев нестабильность работы машин обусловлена не их отказами, а недостаточным уровнем надёжности других элементов системы оборудования участка. Таким образом, правильно подобранной технологической схемой оборудования и его энерговооружённостью мы можем совершенствовать динамику их работы, вскрывать дополнительные резервы повышения производительности участков.

На стабильности работы забоев при прочих равных условиях сказывается технология процесса добычи, надёжность техники, квалификация людей, обслуживающих и управляющих производственным процессом, а также надёжность рабочих мест и окружающей среды, которая может быть неодинаковой для людей и машин.

Вопросу человеческого фактора в человеко-машинной системе в угольной отрасли мало уделяется внимания. Безусловно, оборудование с повышенной энерговооружённостью требует большей ответственности при его работе и обслуживании, что требует в повышения об-

Коротко об авторах

Жмуровский Д.И. – кандидат технических наук, ОАО «СУЭК».

живающего персонала.

Результаты, полученные при изучении режимов работы добычных участков подтверждают, что нестабильность и неравномерность функционирования оборудования весьма отрицательно сказывается на всех основных показателях работы шахты. Частые пуски и остановки машин, переходы на холостой ход или изменения нагрузки приводят к снижению производительности и надёжности оборудования из-за пульсирующих нагрузок на детали и узлы машины, приводят к повышению утомляемости и нервному напряжению обслуживающего персонала. Современное оборудование очистного забоя в течение смены включается 30-40 раз, вместо рациональных 2-3 раза. Среднее время непрерывной работы на отдельных участках составляет 4-6 мин., вместо 2-3 часов. Ресурсы очистного комбайна до первого ремонта, например в 3-3,5 раза меньше, чем крепи, в 2 раза меньше, чем лавного конвейера.

Работа такого комплекса оборудования не может быть эффективной. Поэтому комплектование современных новых мощных комплексов горно-шахтного оборудования должно осуществляется с учётом ресурсов наработки каждой машины, что положительно сказывается на работе участков, а комплексов, бывших в работе, по остаточному ресурсу. При этом повышение остаточного ресурса возможно через текущие и капитальные ремонты.

Существенное влияние на надежность технологических процессов в шахте оказывает технический уровень горно-шахтного оборудования и принципы оснащения про-

тических процессов добычи угля. Этим вопросам посвящены дальнейшие наши исследования.