УДК 681.518.54

Д-р техн. наук Л.И. Мещеряков,
инж. С.Д. Приходченко
(Государственный ВУЗ «НГУ»)

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И СОСТОЯНИЙ СИСТЕМЫ ВНУТРИФАБРИЧНОГО ГИДРОТРАНСПОРТА

Представлені результати дослідження зв'язків між діагностичними параметрами системи внутрішньофабричного гідротранспорту та її станами.

IDENTIFICATION OF DIAGNOSTIC PARAMETERS AND THE STATES OF FACTORY-INDOOR HYDROTRANSPORT

The results of the study of cause and effect relationships between the diagnostic parameters of factory-indoor hydrotransport and condition are described.

Наиболее эффективным контролем в период рабочей эксплуатации является непрерывный контроль информационных диагностических параметров оценки технического состояния гидротранспортных систем для раннего выявления зарождающихся дефектов, выявления причин и координат возникновения дефектов, оценки тенденции смены текущего технического состояния.

Сложная горная электромеханическая система состоит из ряда конструктивных элементов, соединенных соответственно определенной заданной структуре. В зависимости от места включения элемента его отказ может вызвать или нарушение работоспособности отдельного узла или системы в целом. При этом реальная сложность функциональных связей между составляющими элементами систем гидротранспорта и множество их структурных параметров весьма затрудняют формализацию описания движения всей системы. Для решения этой задачи анализируемую систему целесообразно разделить на подсистемы и т.д., проводя, таким образом, структурную декомпозицию. После проведения таковой, любую из подсистем на любом уровне можно рассматривать отдельно от системы в целом и от смежных подсистем.

Целью работы является исследование причинно-следственных связей между диагностическими параметрами системы внутрифабричного гидротранспорта и ее состояниями.

Во множестве элементов и узлов диагностируемой конструкции, исходя из условия максимальной экономической эффективности и быстродействия, необходимо выделить такие узлы, отказы которых вызовут в системе наиболее опасные и экономически невыгодные последствия. Такие узлы называются слабыми. Выявление таких узлов и оценку их критичности для системы выполняют при помощи коэффициента повторяемости неисправностей, их средней частотой, стоимостными и трудовыми затратами на устранение пропущенных отказов и проведение процесса диагностирования.

Протекающие в объектах и системах процессы могут быть выражены математически неким оператором $W_0(a,x,t)$, где $a(a_1,\ldots,a_i,\ldots,a_n)$ – вектор параметров оператора; a_i – і-й параметр; x – входной сигнал; t – время.

Задача определения качественных параметров, которые могут быть исполь-

зованы в диагностических целях, представляется следующим образом.

Имеется некоторый объект, описываемый оператором $W_0(a,x,t)$, и принадлежащий к классу операторов Ω_W. На его вход поступают сигналы x, принадлежащие к некоторому множеству Ω_x. Необходимо выбрать оператор $W_k(\epsilon, x, t)$, который при минимальном числе параметров оператора a_i будет в пределах заданной точности аналогичен оператору $W_0(a,x,t)$. Тогда ϵ будет содержать искомые качественные параметры.

Система гидротранспорта получает такие входные сигналы, как температура и плотность пульпы, ее дисперсность, вязкость, сжимаемость, критическая скорость течения; сила тока и его напряжение, и обладает такими параметрами, как частота вращения привода, частота вращения рабочего колеса, объемно-массовые параметры всех деталей системы гидротранспортирования, высота подъема, напор, подача КПД и высота всасывания.

Как показано в работах [1-3], для диагностирования состояния системы гидротранспорта можно использовать в качестве основного источника информации показания мгновенной потребляемой мощности приводного электродвигателя шламового насоса, а в качестве дополнительных источников – показания плотности пульпы, ее гранулометрического состава, положения регулирующей заслонки, и требования режимов работы смежных с гидротранспортной системой производственных циклов. Кроме того, для верной оценки данных работы гидротранспортной системы необходимо иметь информацию о размере и конфигурации трубопровода и конструкции шламового насоса.

Для более детального исследования качественных параметров, которые могут быть использованы в диагностических целях, проведем анализ и классификацию неисправностей систем гидротранспортирования.

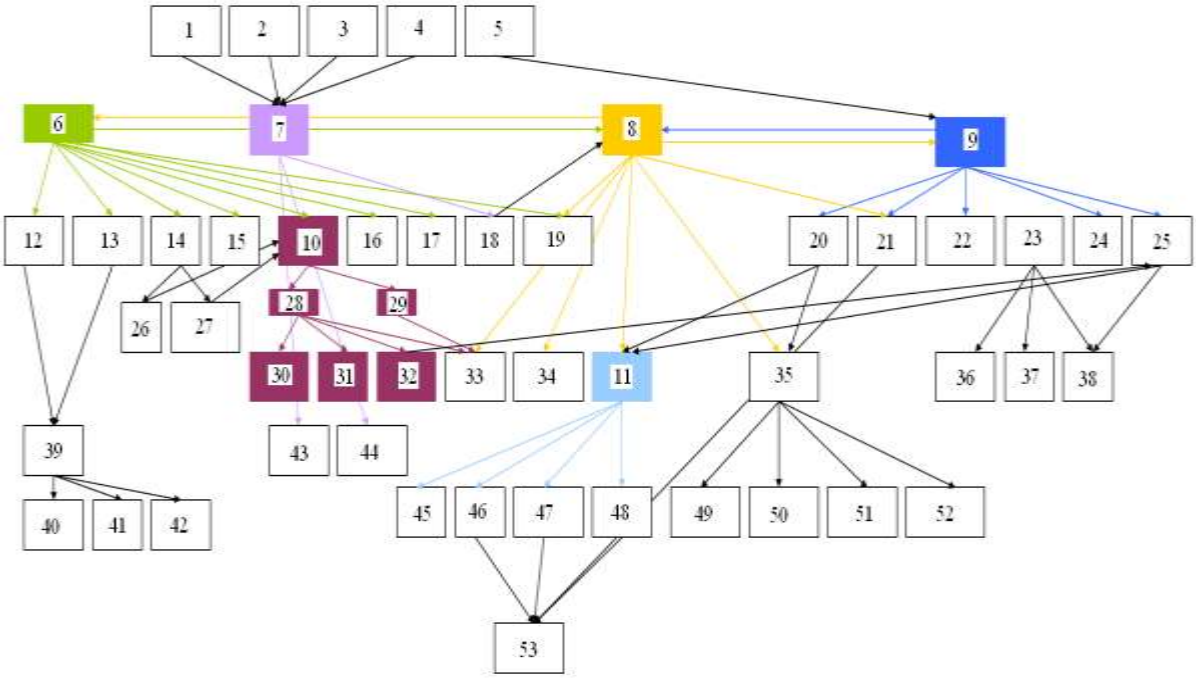
В результате анализа документации на насосы различных фирм-производителей, а также из ряда других источников были выявлены следующие типичные неисправности гидротранспортных систем (табл. 1):

Данный список неисправностей гидротранспортных систем можно считать охватывающим весь спектр возможных неисправностей. Однако для определения конкретной неисправности, а также ее предпосылок, и, что несомненно важно, последствий этой аварийной ситуации, необходимо составить классификацию неисправностей, с указанием причин отказов и последствий каждой конкретной аварийной ситуации.

После детального анализа документации и технической литературы по неисправностях и нештатным ситуациям на гидротранспорте, был сформирован граф причинно-следственных связей аварийных ситуаций, неисправностей и их симптомов (см. рис.1).

Таблица 1 – Типичные неисправности гидротранспортных систем

	Деталь\неисправность	Витковое замыкание	Перегрев	Трещина	Разрушение	Коррозия	Перекручивание	Стирание	Сквозное отверстие	Протечка	Прогиб	Уплотнение	Расшатывание	Выгорание контактов
Двигатель	Ротор	+	+	+	+	+								+
	Статор	+	+	+	+	+								+
	Муфта			+	+			+						
	Вал			+	+	+	+				+			
	Рабочее колесо			+	+	+								
	Корпус насоса			+		+			+	+				
Подшипники	Ролики		+		+			+						
	Смазочные кольца		+	+	+	+		+						
	Крышки		+	+	+	+		+						
	Сальники							+	+	+		+		
	Опоры			+	+	+								
	Фундамент			+	+	+							+	
	Подводящий трубопровод			+	+	+			+	+			+	
	Отводящий трубопровод			+	+	+			+	+			+	
	Соединение Ротор-Муфта				+								+	
	Соединение Вал-Муфта				+								+	
	Соединение Вал-Рабочее колесо				+								+	
	Соединение Опора-Подшипник				+								+	
	Соединение Опора-Фундамент				+								+	
	Соединение Насос-Трубопроводы				+				+	+			+	
	Соединение Проводка-двигатель		+	+										
	Электропроводка	Обрыв			Замыкание									



1 - Повреждение обмоток статора электродвигателя; 2 - Выход из строя соединительной муфты; 3 - Выгорание контактов магнитного контактора; 4 - Разрыв вала в поперечном направлении; 5 - Выход из строя подшипников; 6 - Недостаточный напор; 7 - Отключения и незапуск двигателя; 8 - Повышенная вибрация всего агрегата; 9 - Перегрев подшипников; 10 - Протечка в уплотнении; 11 - Механические повреждения в насосе; 12 - Несоответствие напора расчетному значению; 13 - Несоответствие подачи расчетному значению; 14 - Воздушная подушка; 15 - Неправильное вращение ротора; 16 - Засорение проточной части насоса; 17 - Снижение скорости вращения двигателя; 18 - Ослабление контактов электроподсоединения; 19 - Работа в кавитационном режиме; 20 - Повышенные нагрузки на подшипник; 21 – Нарушение центровки валов насоса и двигателя; 22 - Неверный зазор между обоймой и крышкой пошипника; 23 - Проблемы со смазкой; 24 - Износ вкладышей; 25 - Попадание на подшипники пульпы; 26 – Подсос воздуха; 27 - Недостаточное заполнение рабочей жидкостью; 28 – Протечка и уплотнение сальника; 29 – протечка уплотнения насоса; 30 – затвердение набивки; 31 – Мало набивки; 32 – Не поджат сальник; 33 – Превышение высоты подъема; 34 – Витковое замыкание в двигателе; 35 – Конструктивный брак при установке; 36 – Неправильное количество смазки подшипников; 37 – Неверный выбор смазки; 38 – Засорение смазки; 39 – Увеличение сопротивления трубопровода; 40 – Засорение трубопровода; 41 – Опущена заслонка; 42 – Повреждение трубопровода; 43 – Срабатывание защитной автоматики; 44 – Срабатывание предохранителей; 45 – Износ деталей проточной части; 46 – Прогиб вала; 47 – Механическое повреждение рабочего колеса; 48 – Нарушение балансировки рабочего колеса; 49 – Недостаточная жесткость крепления всего агрегата; 50 – Неправильная расточка соединительных муфт; 51 – Непрочный фундамент; 52 – Напряжение, создаваемое неверно подключенными трубами; 53 – Задевание движущихся деталей о неподвижные.

Рис. 1 – Граф причинно-следственных связей аварийных ситуаций, неисправностей и их симптомов

На приведенной таблице классификации причин отказов можно видеть систему взаимосвязей неисправностей гидротранспортной системы, т.е. возможную последовательность аварийных ситуаций, которые могут возникнуть при несрабатывании защитной автоматики и невмешательстве персонала.

После дальнейшей обработки и декомпозиции данного графа, а также сводной таблицы неисправностей (табл. 1), были получены таблица содержащая список деталей, список неисправностей для каждой из них, список симптомов, сопровождающих каждую неисправность и методы диагностики и ремонта.

По результатам анализа данной таблицы были сформированы графы Деталь-Неисправность-Симптом для каждой из деталей. На рис. 2 представлен такой граф для вала насоса, а на рис 3 – граф для ротора приводного двигателя.

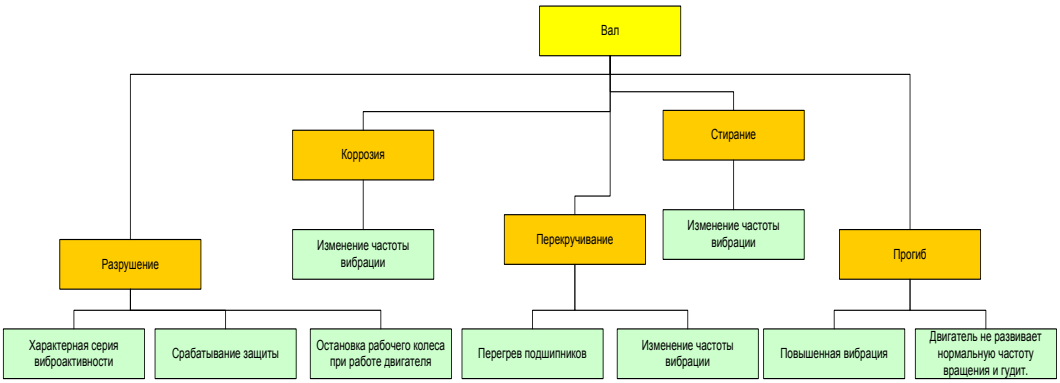


Рис. 2 – Граф Деталь-Неисправность-Симптом для вала насоса

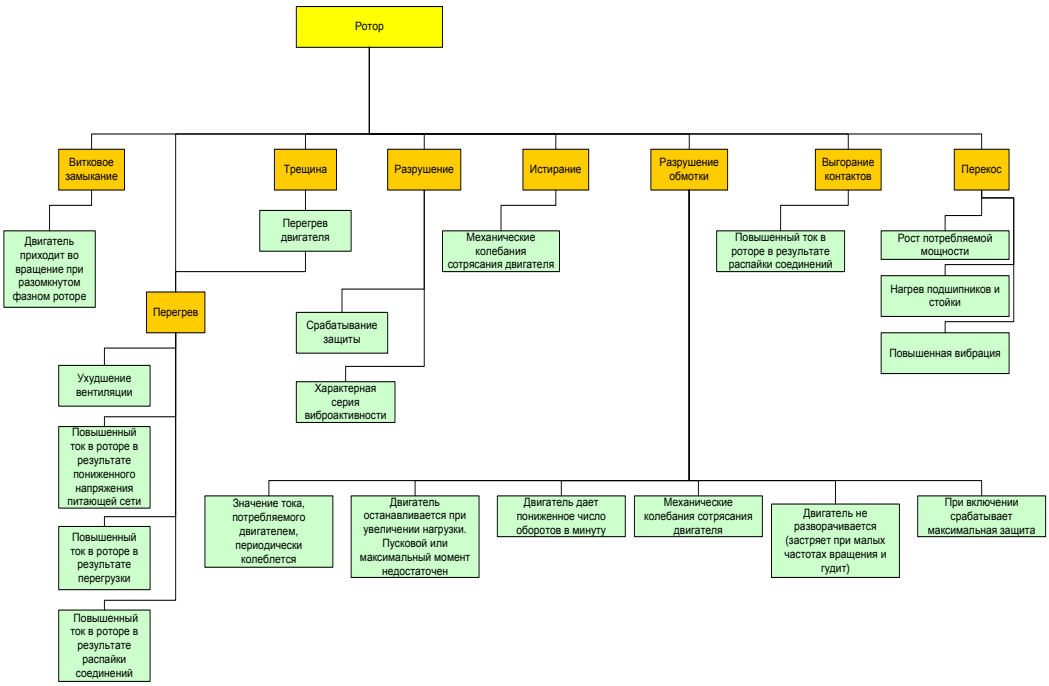


Рис. 3 – Граф Деталь-Неисправность-Симптом для ротора приводного двигателя

Поскольку любая аварийная ситуация на производстве нежелательна, а при непрерывно работающей системы влечет за собой остановку всех смежных циклов производства, то главной задачей систем контроля и управления является недопущение аварийной ситуации, а при невозможности предотвращения – выбор стратегии наименьших потерь, которая заключается в выборе такой точки останова процесса гидротранспортирования, в которой затраты на ремонт минимальны, а скорость ремонта – максимальна.

Как показал проведенный анализ зависимостей различных параметров к состоянию системы в целом, зависимость между спектральным контролем потребляемой мгновенной мощности и общим состоянием агрегата составляет от 89% до 91,5%, а зависимость от суммы таких параметров как мгновенная мощность, положение заслонки, плотность пульпы при известных технических параметрах трубопроводной системы составляет 97-98,3%. Таким образом, можно сделать вывод, что контроль вышеупомянутых параметров позволит проводить технологически обоснованный контроль состояния гидротранспортной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Приходченко С.Д. Зависимость спектра потребляемой мощности электродвигателя от физических параметров механизма / С.Д. Приходченко // Геотехническая механика. Межвед. сб. науч. работ. Институт геотехнической механики им. М.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2006. – Вып. 64. – С. 123-129.

2. Приходченко С.Д. Анализ результатов промышленных испытаний двигателей шламовых насосов / С.Д. Приходченко // Геотехническая механика. Межвед. сб. науч. работ. Институт геотехнической механики им. М.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2007. – Вып. 69. – С. 84-90

3. Приходченко С.Д. Экспериментальное исследование процесса гидротранспортирования шлама по потребляемой двигателем насоса мощности / С.Д. Приходченко // Гірнича електромеханіка та автоматика: наук.-техн. зб. – Дніпропетровськ, НГУ, 2006 – вип 77. – С. 113-119

УДК 622.232.72.001.57:658.386

Доктора техн. наук В.Г. Шевченко, Ю.И. Кияшко
(ИГТМ НАН Украины),
канд. техн. наук П.Е. Мухин
(ГП «ДЭТЦ» Госгорпромнадзора Украины)

К РАЗРАБОТКЕ ПЛАНА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ АВАРИЙ НА УРАНОВЫХ ШАХТАХ*

Викладено передумови та основні положення по розробці плану попередження аварій на уранових шахтах.

TO DEVELOPMENT A PLAN TO PREVENT ACCIDENTS ON URANIUM MINES*

The prerequisites and basic provisions for a plan to prevent accidents in the uranium mines.

Основным нормативным документом в области охраны труда при подземной разработке урановых месторождений, регламентирующим обязательные для выполнения требования техники безопасности, являются «Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом» [1]. Требования к ведению горных работ при разработке уранових руд регламентированы «Правилами технической эксплуатации рудников, приисков, шахт, которые разрабатывают месторождения цветных, редких и других металлов» [2]. Требования к санитарным правилам эксплуатации урановых рудников изложены в [3].

* - в порядке предложения

Проектом отраслевой программы [4] улучшения состояния безопасности, гигиены труда и производственной среды предприятий топливно-