

*Л.И. Мещеряков, д-р техн. наук, С.В. Самуся, Ясир Юсеф Хусейн Аль Хатиб  
(Украина, Днепрпетровск, ГВУЗ “Национальный горный университет”)*

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МОМЕНТНЫХ ФУНКЦИЙ ЧЕТВЕРТОГО ПОРЯДКА СИГНАЛОВ МГНОВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ БАРАБАНЫМИ МЕЛЬНИЦАМИ ММС 70\*23**

**Введение.** Разработка и модернизация автоматизированных систем интеллектуальной идентификации горных комплексов требует выделения из сопутствующих функциональным технологическим процессам сигналов новых диагностических признаков. Поэтому определение и исследование чувствительности информационных свойств скрытых периодичностей моментных функций четвертого порядка условных математических ожиданий сигналов мощности приводных электродвигателей барабанных мельниц к изменениям различных технологических режимов является перспективно.

**Цель статьи** – определение информационных свойств моментных функций четвертого порядка сигналов мгновенной мощности потребляемой приводами барабанных мельниц ММС 70\*23 для идентификации и прогнозирования ее технологических состояний.

**Результаты.** Проведенные комплексные исследования информационных свойств моментных функций четвертого порядка сигналов мгновенных значений потребляемой мощности приводами барабанных мельниц мокрого самоизмельчения типа ММС 70\*23 выявили временные интервалы характерных изменений поведения этих функции (соотношения значений функций; наличие, тип максимумов и минимумов; взаимное расположение экстремумов) на которых при переходе барабанной мельницы из одного технологического состояния в другое выделяется качественная информация моментной идентификации. Параллельно исследовались спектральные плотности моментных функций четвертого порядка и сформированные частотные интервалы, значения амплитуд и характер интенсивностей, в которых выполнялась идентификация. При этом информативные временные и частотные интервалы спектральных плотностей идентифицировались латинскими буквами. В процессе исследований информационных характеристик рассматривались дискретные технологические состояния барабанной мельницы ММС 70\*23 по заполнению барабана измельчаемой рудой: 37 % – недогруз; 40 % – переход к недогрузу; 43 % – переход в оптимальное технологическое состояние; 47% – оптимальное технологическое состояние; 50 % – переход к состоянию перегруза; 55 % – перегруз. Для указанных заполнений использовались следующие условные обозначения:

- |                          |                     |
|--------------------------|---------------------|
| ○ – наименьший минимум;  | ~ – точка перепада; |
| ◐ – наибольший максимум; | – – нет экстремума. |

Появление данного обозначения в псевдониме рассматриваемого интервала, обозначает что все анализируемые пики интенсивности интервала относятся к указанному типу. Полученные в результате исследований информаци-

онные характеристики моментных функций четвертого порядка условных математических ожиданий относительно общего эксцесса (рис. 1) сигналов мгновенной мощности привода барабанной мельницы мокрого самоизмельчения типа ММС 70\*23 в множестве указанной символики сведены в таблице 1. Информационные характеристики скрытых периодичностей моментных функций четвертого порядка условных математических ожиданий относительно общего эксцесса представлены в таблице 1. Для данных моментных функций характерно разбиение на 3 группы интервалов:

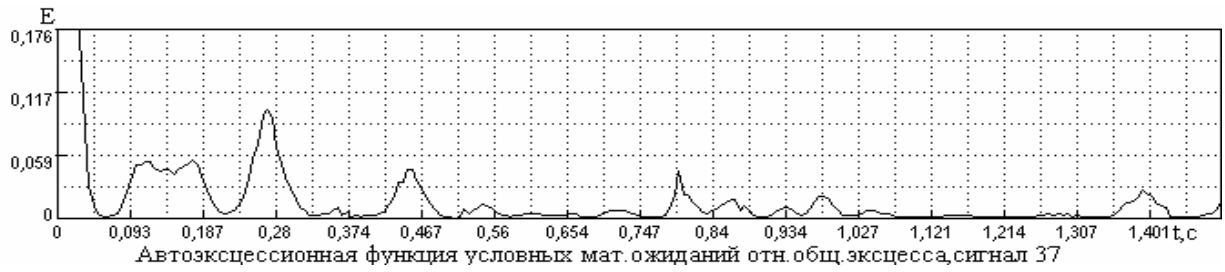
- 1) A, B, C;                    2) D, E, F;                    3) G, H, I.

Таблица 1

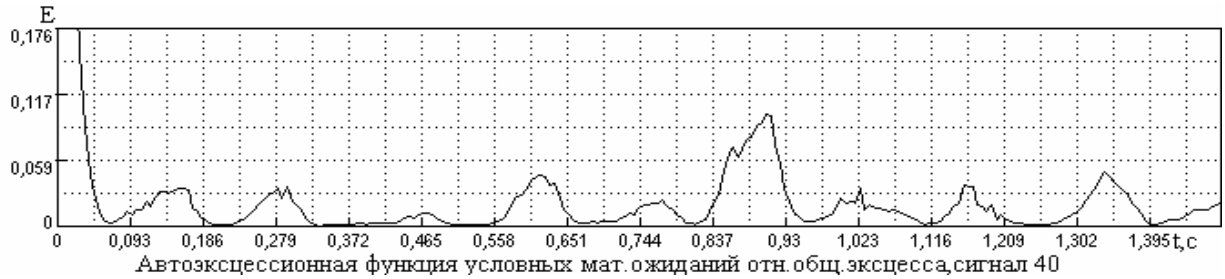
**Скрытые периодичности моментных функций четвертого порядка условных математических ожиданий сигналов мощности мельниц ММС 70\*23**

	Т, с φ, %	Скрытые периодичности								
		A∩	B∩	C∩	D∩	E∩	F∩	G∩	H∩	I∩
		0.09- 0.19	0.19- 0.37	0.37- 0.56	0.56- 0.65	0.65- 0.84	0.84- 1.02	1.02- 1.16	1.16- 1.30	1.30- 1.44
Технолог. состояние по заполнению	37	0.05	0.10	0.04	—	0.04	—	—	—	0.03
	40	0.03	0.03	—	0.04	—	0.10	0.03	0.04	0.05
	43	0.07	0.05	0.12	—	—	0.04	—	0.09	—
	47	0.03	0.09	0.03	0.05	0.12	0.12	—	—	0.06
	50	—	0.03	0.03	0.03	0.20	—	—	0.05	0.03
	55	—	0.04	—	0.04	—	0.06	0.03	0.07	—

Закономерности изменения пиков интенсивности от одного уровня технологического состояния по заполнению к другому состоянию отображались в соотношении значений ряда пиков. Для состояния недогруза так же характерны малые значения экстремумов всех интервалов кроме группы 1, где наблюдаются подъем значений до уровня 0,05 – 0,1, причем выделяется экстремум интервала В который можно соотнести с интервалом С моментных функций третьего порядка [1, 2]. При дальнейшей загрузке (состояние 40%) наблюдается общий спад значений экстремумов за исключением диапазона F, в котором экстремум достигает значения 0,12. При переходе в оптимальное состояние (43%) наибольшими становятся значения экстремумов интервалов группы 1, особенно в интервале С, который можно соотнести с интервалом С функции, и интервала Н. Для оптимального состояния (47%) отчетливо видны пять основных экстремумов – в интервалах А, В, Е, F, I. Они соответствуют экстремумам А, В, Е, F, Н моментной функций третьего порядка [2, 3]. При переходе в состояние перегрузки резко выделяется пик на интервале Е, а в режиме 55% наблюдается спад значений всех экстремумов, среди которых наибольшими остались экстремумы интервалов Е и Н.



а



б



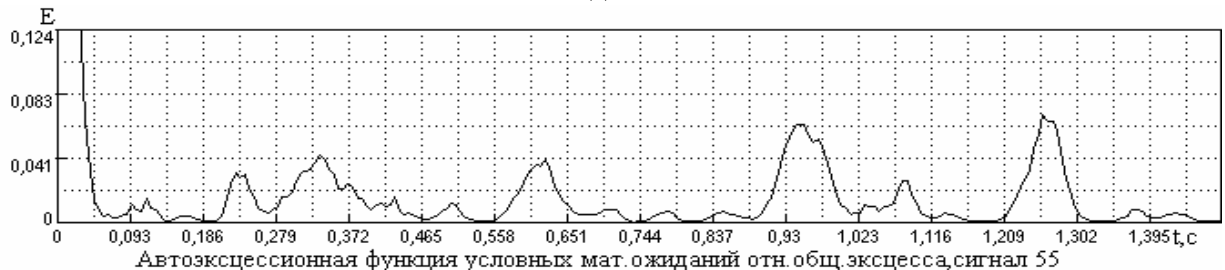
в



г

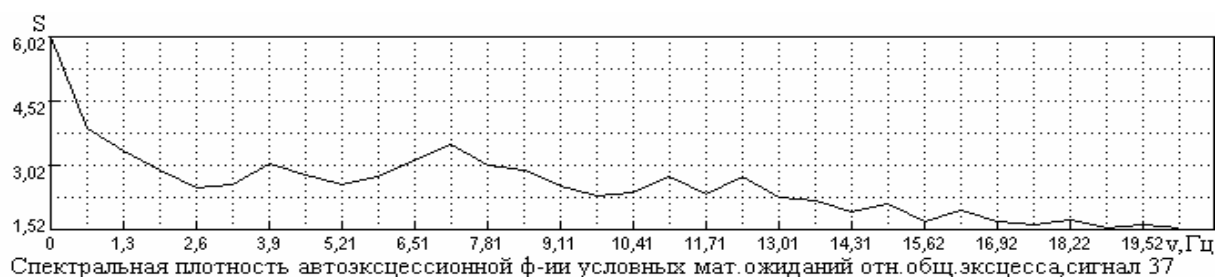


д



е

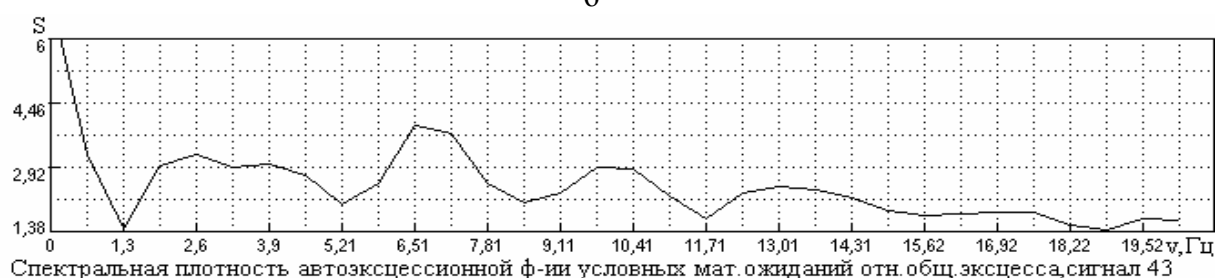
Рис. 1. Моментные функции четвертого порядка условных математических ожиданий относительно общего эксцесса для сигналов мощности мельниц ММС 70\*23 при заполнениях: а – 37%; б – 40%; в – 43%; г – 47%; д – 50%; е – 55%



а



б



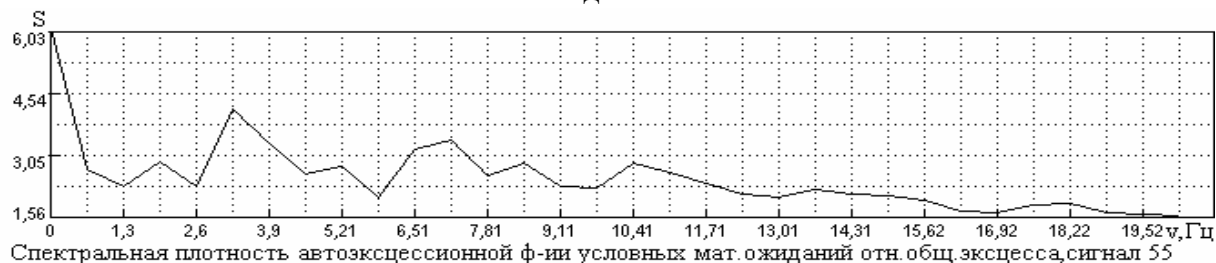
в



г



д



е

Рис. 2. Спектральные плотности моментных функций четвертого порядка условных математических ожиданий относительно общего эксцесса для сигналов потребляемой мощности мельниц ММС 70\*23 при заполнениях: а – 37%; б – 40%; в – 43%; г – 47%; д – 50%; е – 55%

В таблице 2 представлены амплитудно-частотные характеристики моментных функций четвертого порядка. Для данных функций амплитуды постоянной компоненты (частота  $A=0$  Гц) максимальна в состояниях близких к оптимальному и снижается в режимах недогрузки и перегрузки. Для режимов перегрузки и недогрузки отчетливо видна тенденция к быстрому снижению амплитуд на более высоких частотах (для режимов 50% и 55% частоты С, D, E и В, С, D соответственно, для режима 37% частоты С и E), в оптимальном режиме эта тенденция не столь заметна. Для оптимального режима характерны минимумы на частотах D и E, в режимах перегрузки на этих частотах наблюдается максимум.

Таблица 2

**Амплитудно-частотные характеристики моментных функций четвертого порядка условных математических ожиданий сигналов мощности мельниц**

		Амплитудно-частотные характеристики				
		A	B	C	D	E
		$\nu$ , Гц				
	$\varphi$ , %	0.00	3.25	7.15	10.39	11.69
Технологические состояния по заполнению	37	$\cap$ 6.00	—	$\cap$ 3.49	—	$\cup$ 2.33
	40	$\cap$ 6.72	$\cap$ 3.48	$\cup$ 1.58	$\cup$ 2.26	—
	43	$\cap$ 6.87	$\cup$ 2.90	—	—	$\cup$ 1.68
	47	$\cap$ 7.02	—	$\cap$ 3.22	$\cup$ 1.68	$\cup$ 2.00
	50	$\cap$ 7.06	—	$\cap$ 3.82	$\cap$ 3.41	$\cap$ 3.29
	55	$\cap$ 6.14	$\cap$ 4.15	$\cap$ 3.41	$\cap$ 2.86	—

**Выводы.** В результате проведенных исследований получены зависимости информационных характеристик значимых диапазонов моментных функций четвертого порядка сигналов мгновенной мощности электродвигателей барабанных мельниц типа ММС 70\*23. Их анализ показал, что чувствительность выделенных пиков интенсивности к изменениям заполнений барабана рудой достаточна для использования в автоматизированных системах интеллектуальной идентификации значений этих функций в качестве дополнительных диагностических признаков.

#### Список литературы

1. Мещеряков Л.І. Ідентифікація параметрів об'єктів автоматизованого управління в задачах АСУТП ексцесійними моделями // Сб. науч. тр. Національний гірничий університет. –2006. – № 24. – С. 182–186.
2. Мещеряков Л.І. Базова форма дисперсійної моделі гірничих технологічних комплексів // Сб. науч. тр. НГАУ. – 2004. – № 20. – С. 209–214.
3. Мещеряков Л.І. Методи і моделі ідентифікації та управління гірничими технологічними комплексами: Монографія. – Д.: Національний гірничий університет, 2009. – 263

*Рекомендовано до друку: професором Кузнєцовим Г.В.*

