УДК 681.518.54

© Л.И. Мещеряков, В.А.Бородай, В.А. Новодранова,
Ясир Юсеф Хусейн Аль Хатиб

ВЫДЕЛЕНИЕ СКРЫТЫХ ПЕРИОДИЧНОСТЕЙ МОМЕНТНЫХ ФУНКЦИЙ ПЯТОГО ПОРЯДКА СИГНАЛОВ МГНОВЕННОЙ МОЩНОСТИ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ ПРИВОДОМ МЕЛЬНИЦ ММС 70*23

Приведены результаты исследования информационных свойств моментных функций пятого порядка сигналов мгновенной мощности приводов барабанных мельниц.

Наведені результати дослідження інформаційних властивостей моментних функцій п'ятого порядку сигналів миттєвої потужності приводів барабанних млинів.

Results of research of information properties of momentny functions of the fifth order of signals of instant capacity of drives of drum-type mills are shown.

Введение. Научная задача выявления и исследования скрытых периодичностей в информационных сигналах горных технологических комплексов является крайне важной при синтезе их автоматизированных систем управления. При этом идентификация этих периодичностей с помощью моментных функций условных математических ожиданий сигналов мгновенных значений мощности, потребляемой приводными электродвигателями барабанных мельниц, а также определение качественных и количественных характеристик их чувствительности к изменениям различных технологических режимов является перспективным направлением исследований. Особенно это интересно в исследовании высших моментных функций, например пятого порядка [1, 2, 3].

Цель статьи – выявление информационных характеристик скрытых периодичностей через моментные функции пятого порядка сигналов мгновенной мощности, потребляемой приводами барабанных мельниц ММС 70*23 для идентификации и прогнозирования ее технологических состояний.

Результаты. Комплексные исследования информационных характеристик моментных функций пятого порядка сигналов мгновенных значений потребляемой мощности приводами барабанных мельниц мокрого самоизмельчения типа ММС 70*23 выявили интервалы изменений этих функции (отношения значений функций; типы максимумов и минимумов; взаимное расположение экстремумов). На этих интервалах при переходе барабанной мельницы из одного технологического состояния в другое выделяется качественная информация моментной идентификации. Параллельно исследовались спектральные плотности моментных функций пятого порядка и сформированные частотные интервалы, значения амплитуд и характер интенсивностей, в которых выполнялась идентификация. 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 техно-

логическое состояние; 50 % – переход к состоянию перегруза; 55 % – перегруз. Для указанных заполнений использовались следующие условные обозначения:

∪ – наименьший минимум; ~ – точка перепада;
∩ – наибольший максимум; – – нет экстремума.

Информационные характеристики скрытых периодичностей моментных функций 5-го порядка условных дисперсий относительно общей моментной функции 5-го порядка (рис. 1) представлены в таблице 1. Как и в случае автоасимметрионной функции условных дисперсий, для недогрузки характерны три пика в интервале A и один в интервале D. При недостаточной загрузке мельницы (40 %) наблюдается ряд экстремумов в интервале D (два максимума и два минимума). При переходе в оптимальный режим заметны четыре минимума – наибольший на интервале D и ряд мелких в интервале C.

Таблица 1

Скрытые периодичности моментных функций 5-го порядка условных дисперсий сигналов мгновенной мощности мельниц ММС 70*23

		Скрытые периодичности			
		A	B	C	D
	T, c φ,%	0.19-0.51	0.51-0.79	0.79-1.07	1.16-1.47
Технологические состояния по заполнению	37	∩0.64	–	–	∪-0.36
	40	–	–	–	∩0.59
	43	–	–	∪-0.17	∪-0.97
	47	∩0.21	∩0.95	∩0.57	–
	50	∩0.99	–	–	–
	55	∪-0.11	∪-0.99	–	∪-0.06

Для оптимального режима характерно наличие большой группы пиков в интервале B и по одному пику в интервалах A и C. Как и в автоасимметрионной функции условных дисперсий, для режима 50% заполнения выделяется пик интервала A, а для режима 55 % заполнения основной минимум в интервале B и два меньших, в интервалах A и D. В таблице 2 представлены амплитудно-частотные характеристики моментной функции 5-го порядка. Энергия постоянной составляющей максимальна в оптимальном состоянии. На частоте

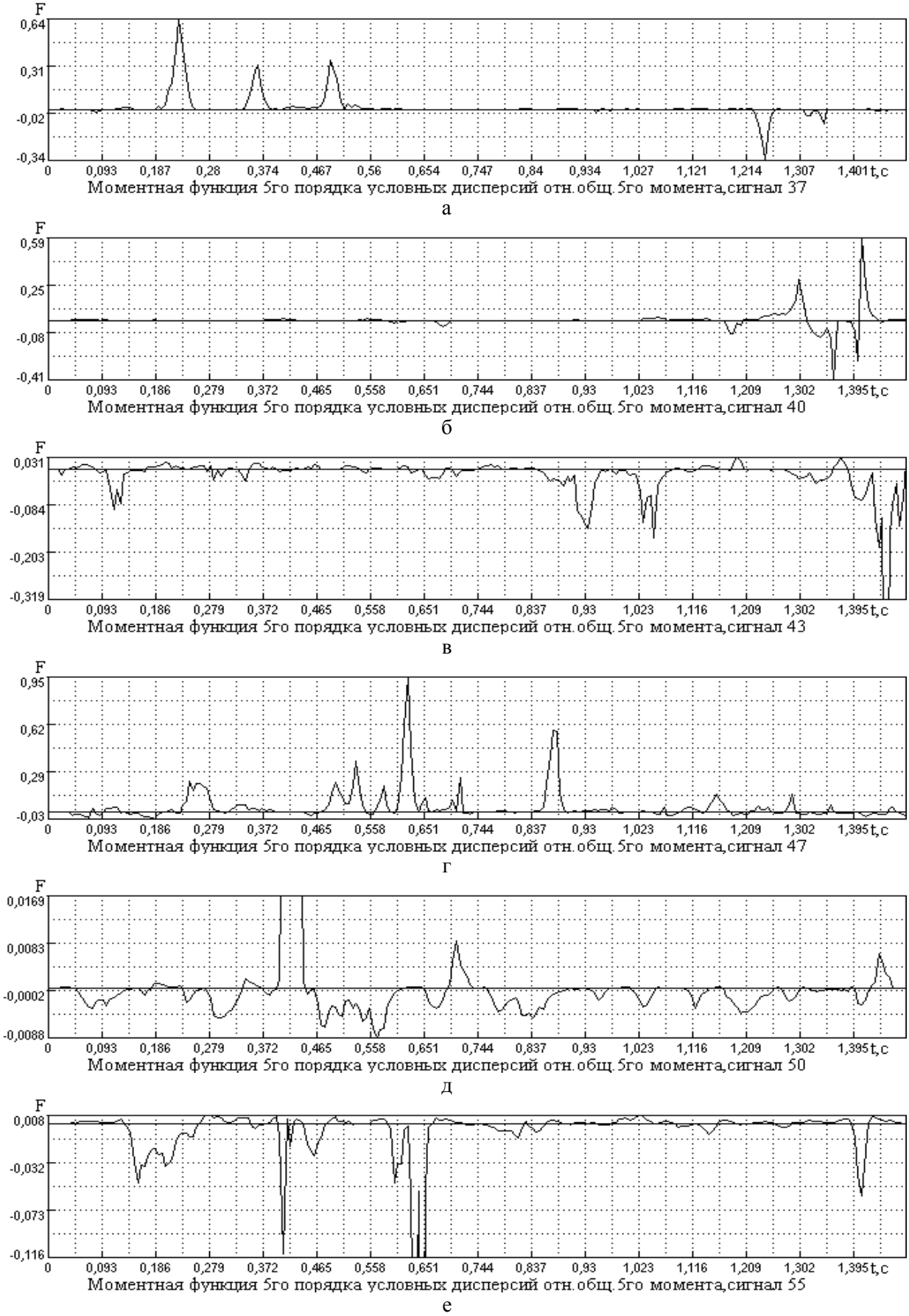


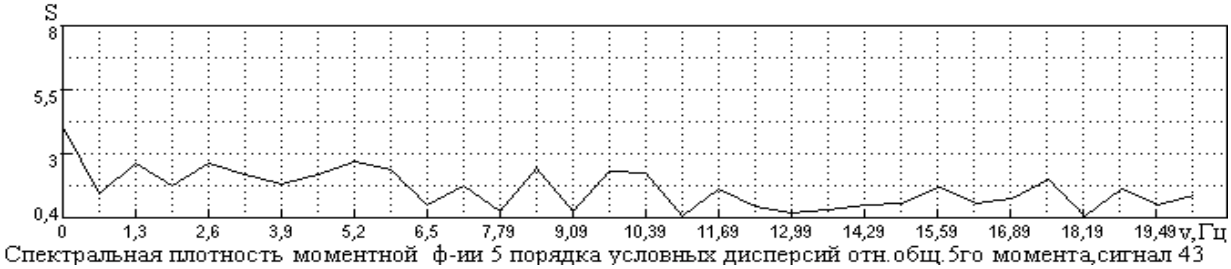
Рис. 1. Моментные функции 5-го порядка условных дисперсий относительно общего момента 5-го порядка для сигналов потребляемой мощности мельниц при заполнениях: а – 37 %; б – 40 %; в – 43 %; г – 47 %; д – 50 %; е – 55 %

Спектральная плотность моментной ф-ии 5 порядка условных дисперсий отн.общ.5го момента,сигнал 37

а

Спектральная плотность моментной ф-ии 5 порядка условных дисперсий отн.общ.5го момента,сигнал 40

б

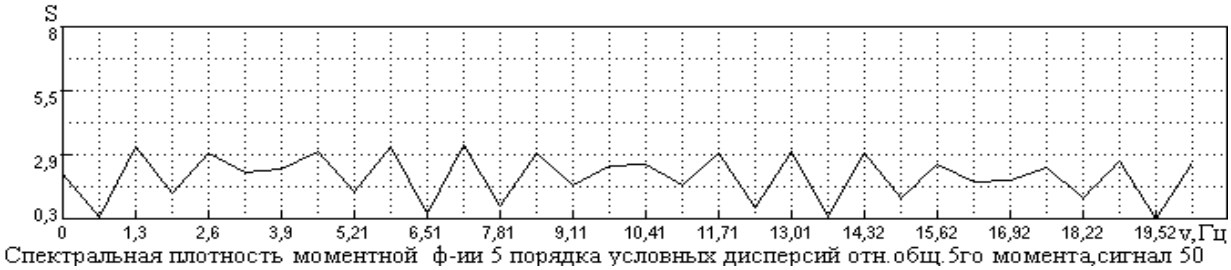


Спектральная плотность моментной ф-ии 5 порядка условных дисперсий отн.общ.5го момента,сигнал 43

в

Спектральная плотность моментной ф-ии 5 порядка условных дисперсий отн.общ.5го момента,сигнал 47

г



Спектральная плотность моментной ф-ии 5 порядка условных дисперсий отн.общ.5го момента,сигнал 50

д

Спектральная плотность моментной ф-ии 5 порядка условных дисперсий отн.общ.5го момента,сигнал 55

е

Рис. 2. Спектральные плотности моментных функций 5-го порядка условных дисперсий относительно общего момента 5-го порядка для сигналов потребляемой мощности при заполнениях: а – 37 %; б – 40 %; в – 43 %; г – 47 %; д – 50 %; е – 55 %

В оптимальном состоянии наблюдается максимум, а в состоянии перегрузки – минимум. Максимальное значение амплитуды на частотах интервалов B и C соответствует оптимальному режиму. Спектральные плотности моментных функций 5-го порядка условных дисперсий относительно общего момента 5-го порядка для сигналов потребляемой мощности при заполнениях (рис. 2).

Таблица 2

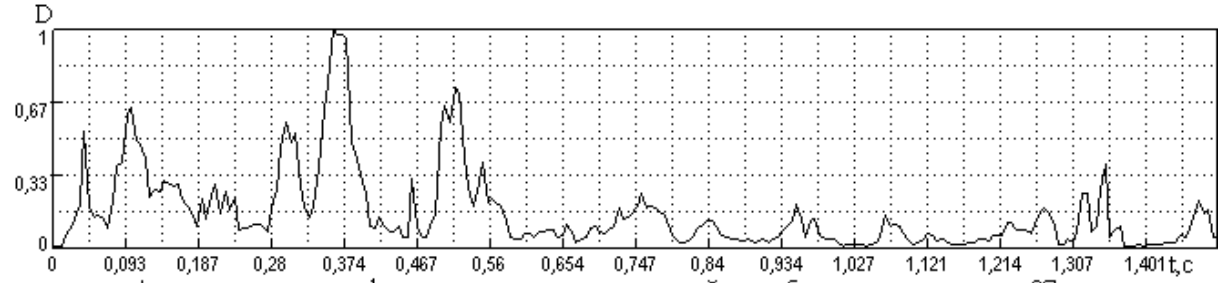
Амплитудно-частотные характеристики моментных функций 5-го порядка условных дисперсий сигналов мгновенной мощности мельниц ММС 70*23

		Амплитудно-частотные характеристики			
		A	B	C	D
	ν,Гц φ,%	0.00	3.25	7.80	11.69
Технологические состояния по заполнению	37	3.88	–	∪2.80	∪0.82
	40	0.52	–	∩2.76	–
	43	3.61	–	∪0.66	∩1.53
	47	7.8	∩4.56	∩4.62	–
	50	1.96	∪2.12	∪0.77	∩2.87
	55	2.2	∪1.37	–	–

Таблица 3

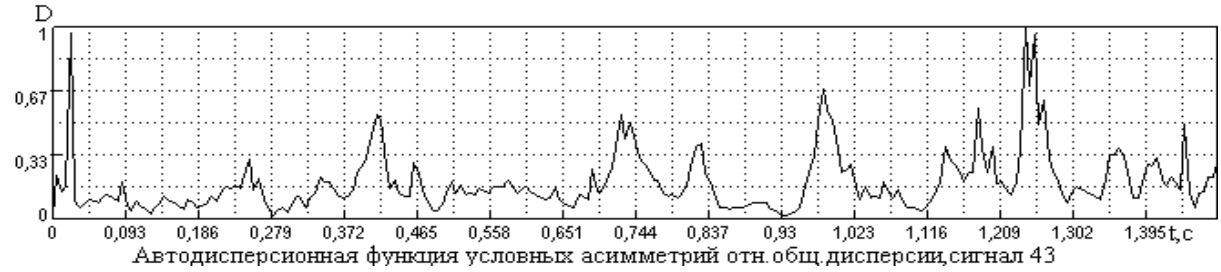
Скрытые периодичности автодисперсионных функций условных асимметрий сигналов мгновенной мощности мельниц ММС 70*23

		Скрытые периодичности					
		A∩	B∩	C∩	D∩	E∩	F∩
	T, c φ,%	0.00-0.23	0.23-0.47	0.47-0.79	0.79-1.12	1.12-1.26	1.26-1.44
Технологические состояния по заполнению	37	0.64	1.00	0.73	0.19	0.11	0.38
	40	0.21	0.34	0.52	0.62	1.00	0.36
	43	0.97	0.54	0.54	0.67	1.00	0.95
	47	0.46	0.23	0.52	1.00	0.31	0.30
	50	0.09	1.00	0.08	0.15	0.09	0.06
	55	0.21	0.75	0.86	1.00	0.21	0.51



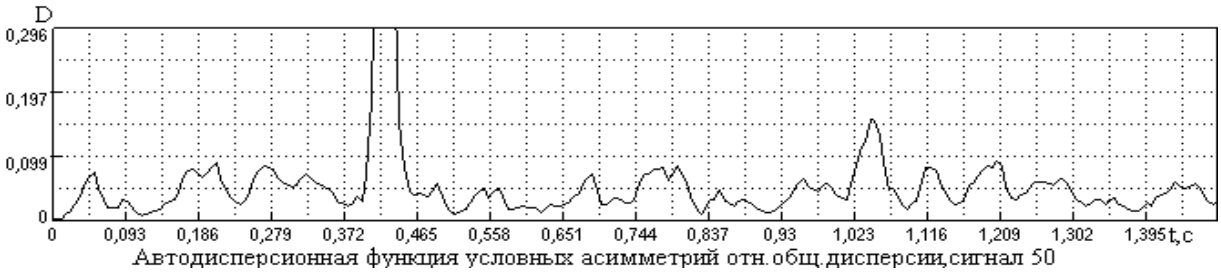
а

б

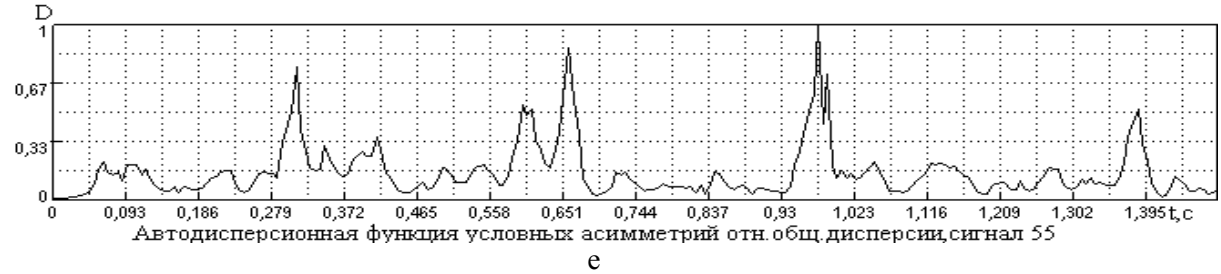


в

г



д



е

Рис. 3. Автодисперсионные функции условных асимметрий относительно общей дисперсии для сигналов потребляемой мощности мельниц ММС 70*23 при заполнениях: а – 37 %; б – 40 %; в – 43 %; г – 47 %; д – 50 %; е – 55 %

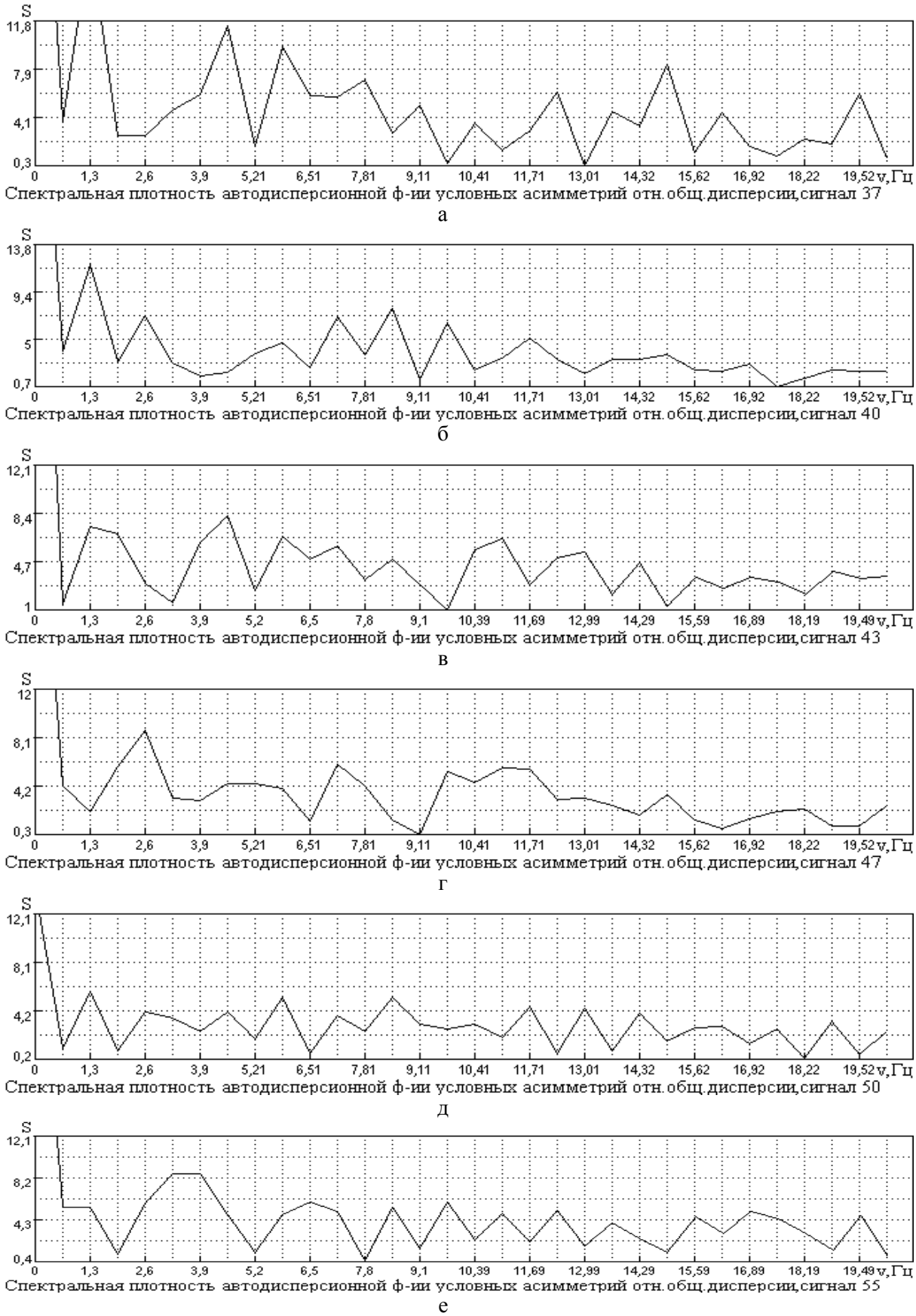


Рис. 4. Спектральные плотности автодисперсионных функций условных асимметрий относительно общей дисперсии для сигналов потребляемой мощности мельниц при заполнениях: а – 37 %; б – 40 %; в – 43 %; г – 47 %; д – 50 %; е – 55 %

Информационные характеристики скрытых периодичностей автодисперсионных функций условных асимметрий относительно общей дисперсии (рис. 3), (рис. 4) представлены в таблице 3. Для состояния недогрузки характерно наличие двух парных пиков (меньший – предшествующий и больший) в выделенных интервалах A, B, C. При дальнейшей загрузке мельницы доминирующими становятся пики интервалов D и E. При переходе в оптимальный режим в интервале E наблюдаются два пика, растет значение пиков в интервалах B, C, D, а также появляется очень острый пик в интервале A. Для оптимального состояния характерно то, что в интервале D наблюдаются два пика, и их значения больше значений всех остальных экстремумов. А в интервале C расположена группа тесно расположенных пиков. Для состояния 50 % заполнения характерен доминирующий пик в интервале B, а для перегрузки – по одному пику в интервалах B и D, и два пика в интервале C.

Выводы. Проведенные исследования позволили получить зависимости информационных характеристик значимых диапазонов моментных функций пятого порядка от сигналов мгновенной мощности электродвигателей барабанных мельниц типа ММС 70*23. Последующий же анализ их показал, что чувствительность выделенных пиков интенсивности к различным изменениям технологического параметра заполнения барабана рудой достаточна для использования в автоматизированных системах интеллектуальной идентификации технологических состояний 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 публикації д.т.н. Слесаревим В.В.
Надійшла до редакції 20.04.2012

УДК 621.391.14:519

© М.А. Алексеев, Е.Л. Холод, Е.М. Тимченко

ОЦЕНКА УРОВНЯ ВНУТРИМЕЛЬНИЧНОЙ ЗАГРУЗКИ СТРУЙНЫХ МЕЛЬНИЦ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ХЕРСТА АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА

На примерах временных рядов акустического сигнала струйной мельницы показана взаимосвязь между загрузкой мельницы и показателем Херста акустического сигнала.

На прикладах часових рядів акустичного сигналу струминного млина показаний взаємозв'язок між завантаженням млина і показником Херста акустичного сигналу.