

INTERNATIONAL CONFERENCE: DYNAMICS OF MINING MACHINES
DYNAMACH '89

Эденек ШЕБЕЛА

ОКД - Развитие и проектирование, Острава

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

Резюме. Переход на отработку угля в Оставско-карвинском угольном бассейне на глубину порядка 1000-1500 м сопряжен с применением высокопроизводительного подъемного оборудования со скипами емкостью 30-35 Мг и скоростью движения 18-20 м/с. В оборудовании с такими параметрами следует учитывать влияние динамических процессов на состояние, безопасность и надежность эксплуатации элементов подъемной установки.

Для исследования динамических процессов, которые имеют место в процессе эксплуатации подъемного оборудования, были проведены комплексные тензометрические исследования подъемной установки ствола МИР на шахте 1 Мая. Наряду с этим, при нескольких десятках движения скипа емкостью 35 Мг с различной скоростью $v = 3,6; 9; 12; 15; 18; 20$ м/с производились измерения силы и колебаний несущих канатов, напряжения в конструкции скипа, в корпусе многоканатного приводного барабана и на главном валу машины, момент скручивания главного вала, ускорения скипов, а также силы, возникающие между направляющими качения и скольжения и направляющими проводниками ствола.

Производились также измерения параметров работы дискового тормоза подъемной машины, а также параметры электропривода.

Результаты исследований использовались для проверки математических моделей работы различных элементов подъемной установки и для разработки рекомендаций по их проектированию и эксплуатации.

В связи с постепенным переходом подземных угольных шахт Оставско-Карвинского бассейна к разработке угольных пластов на больших глубинах 1000 м - 1500 м появилась задача решить в опережении возникающие проблемы вертикального транспорта для этих условий. На основе технико-экономического анализа определена необходимость сооружения скиповых подъемов производительности около 1000 т/час рядового угля из уровня 1000 м от устья ствола, что ведет к использованию установок с массой полезного груза скипов порядка 30 - 35 тонн и с номинальной скоростью подъема 18-20 м/сек. В подъемных установках указанных параметров можно ожидать значительные динамические процессы, влияние которых на состояние установки, на надежность эксплуатации подъема и безопасность работы приобретает решающее значение.

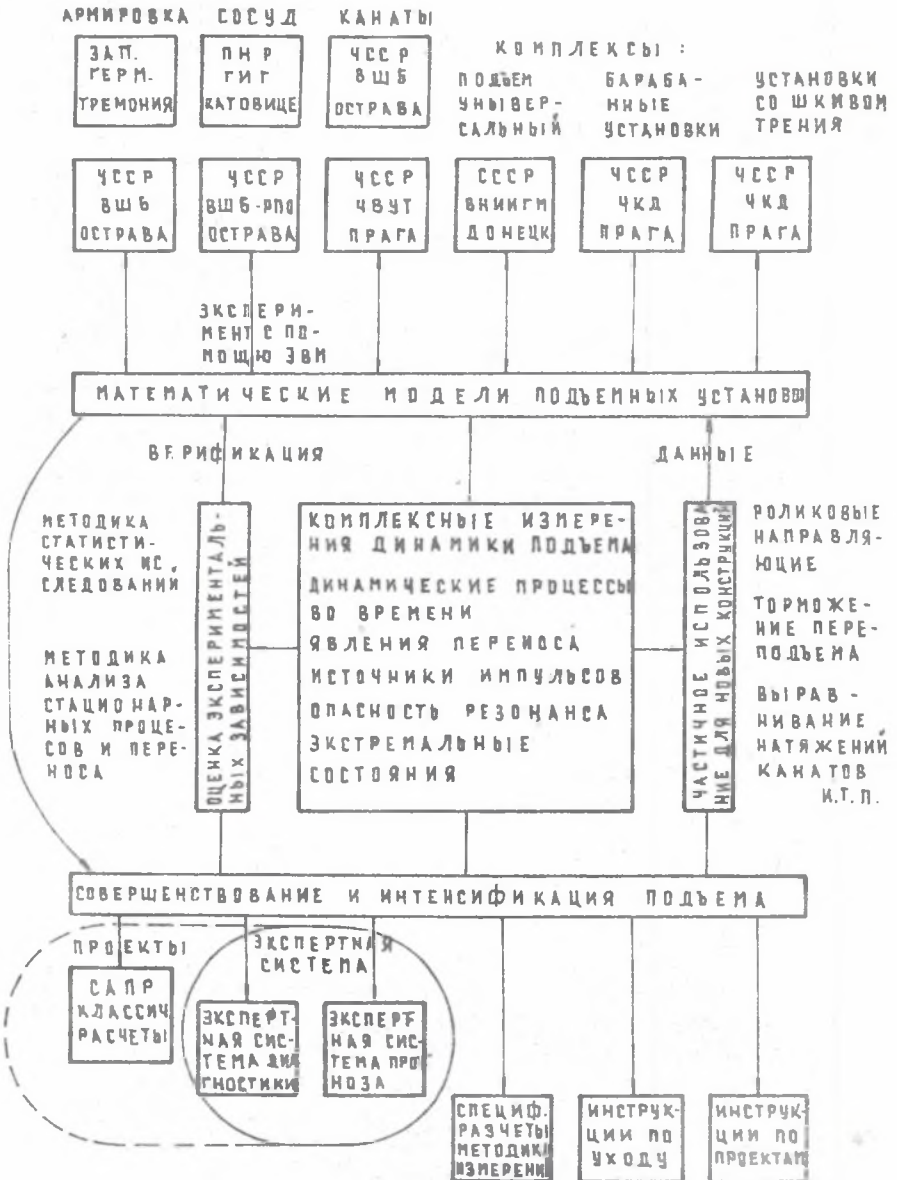


Рис. 1

По этим причинам решено осуществить комплексные исследования динамики больших скиповых подъемных установок путем осуществляемого математического моделирования. На рисунке № 1 изображены связи отдельных областей исследований динамики подъемных установок.

Центром этих исследований являются комплексные тензометрические измерения динамических величин, которые осуществились в марте 1988 года на многоканатной двухскиповой подъемной установке в стволе Мир 4 шахты 1-ое Мая. Эти измерения передают истинную картину значений измеряемых величин и протекания этих процессов во времени. Одновременные измерения избранных величин в скипе, канатах, подъемной машине и приводе дают возможность анализировать явления трансляции импульсов исходного процесса одной части установки в другую часть.

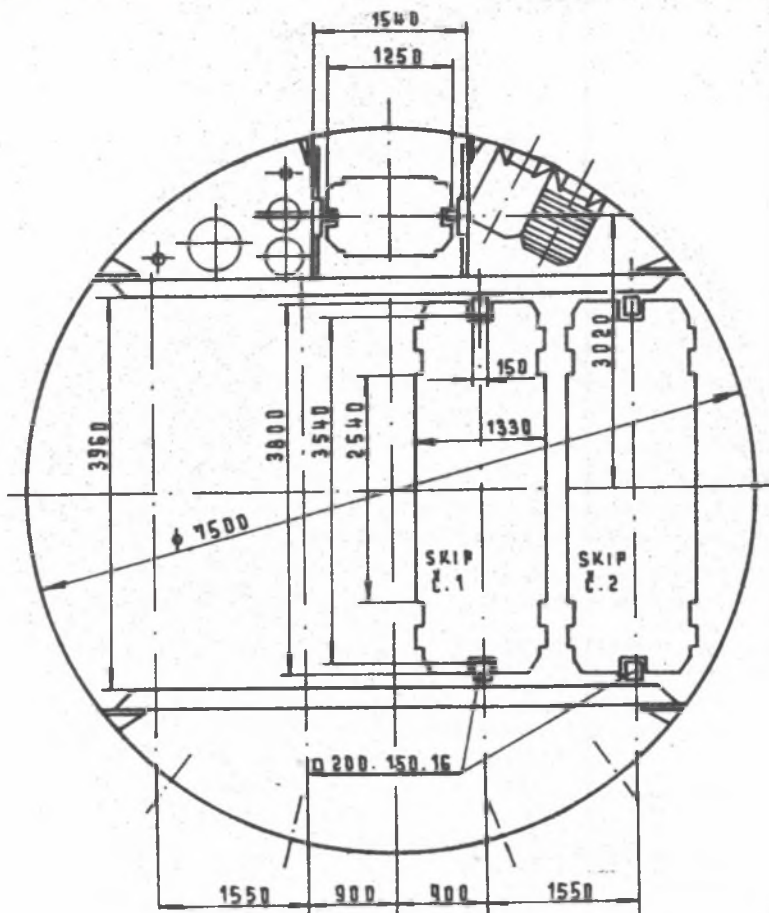
Указанная подъемная установка избрана для измерений в качестве наибольшего подъема в СССР. Параметры многоканатной двухскиповой установки ствола Мир 4:

- типовое обозначение подъемной машины ЧД Прага	4 К 5016
- диаметр шкива трения	5000 мм
- масса полезного груза: проектная	30000 кг
действительная	35000 кг
- номинальная скорость подъема	20 м/сек
- масса скипа	42915 кг
- число подъемных канатов	4
- диаметр канатов	4 x 53 мм
- число уравновешивающих канатов	3
- диаметр уравновешивающих канатов	3 x 56 мм
- установленная мощность двигателей привода постоянного тока	2 x 3760 кв
- глубина подъема	841 м
- производственная мощность установки	943 т/час

Сечение вентиляционного ствола Мир 4 диаметром 7500 мм указано на рисунке № 2. Внутренний скип двухскиповой установки служил для тензометрических измерений.

Результаты измерений использованы в нескольких направлениях:

- для непосредственного совершенствования конструкций элементов установки (роликовые направляющие, выравнивающее устройство разницы натяжений канатов и т.п.)
- для более глубокого анализа протекания измеряемых динамических процессов с помощью математической статистики и анализа стационарного характера процессов



СЕЧЕНИЕ СТВОЛА МИРЧ

Рис. 2

- для разработки имитационных моделей частей установки или всего комплекса и их верификации путем сравнения с полученными результатами измерений
- для разработки инструкций по уходу за установкой, по конструированию и расчетам деталей и по проектированию, и в конечном итоге для разработки экспертной системы для диагностики состояния эксплуатируемых установок и для прогноза свойств проектируемых новых установок.

На рисунке № 3 изображена схема многоканальной установки, на которой изображены места расположения отдельных датчиков. Перечень одновременно измеряемых величин (приняты одинаковые обозначения, как на рисунке):

- величины подъемного сосуда

FL1-FL2	продольные силы в канатах
N1-N3	напряжение кузова скипа
FB1-FB12	силы между роликовыми направляющими и проводником
FR1-FR12	ударные силы между скользящими предохранительными башмаками скипа и проводником
L1-L4	передвижение выравнивающего устройства подъемных канатов
M2	место расположения щели между соседними проводниками
A1-A6	горизонтальные ускорения сосуда
A9	вертикальное ускорение сосуда
A7-A8	поперечные колебания каната № 1 над головой скипа
IS	импульс синхронизации записи измерений

- величины подъемной машины и ее привода

P	давление гидравлической системы дискового тормоза
NK1-NK2	напряжение оболочки шкива
NO	изгибающее напряжение центра оси вала
MK1-MK2	крутящий момент вала машины
T	температура диска тормоза в момент аварийного торможения
HX1-HY1	поперечные колебания каната № 1 в окрестности шкива трения машины
IK	ток якоря двигателей
IB	ток возбуждения двигателей
UK1-UK2	напряжения якоря двигателей
VS	скорость подъема
IKR	ток регуляции привода
SS	глубина расположения сосуда по цифровому измерителю глубины машины
R	расположение расстрелов
IS	импульс синхронизации записи измерений

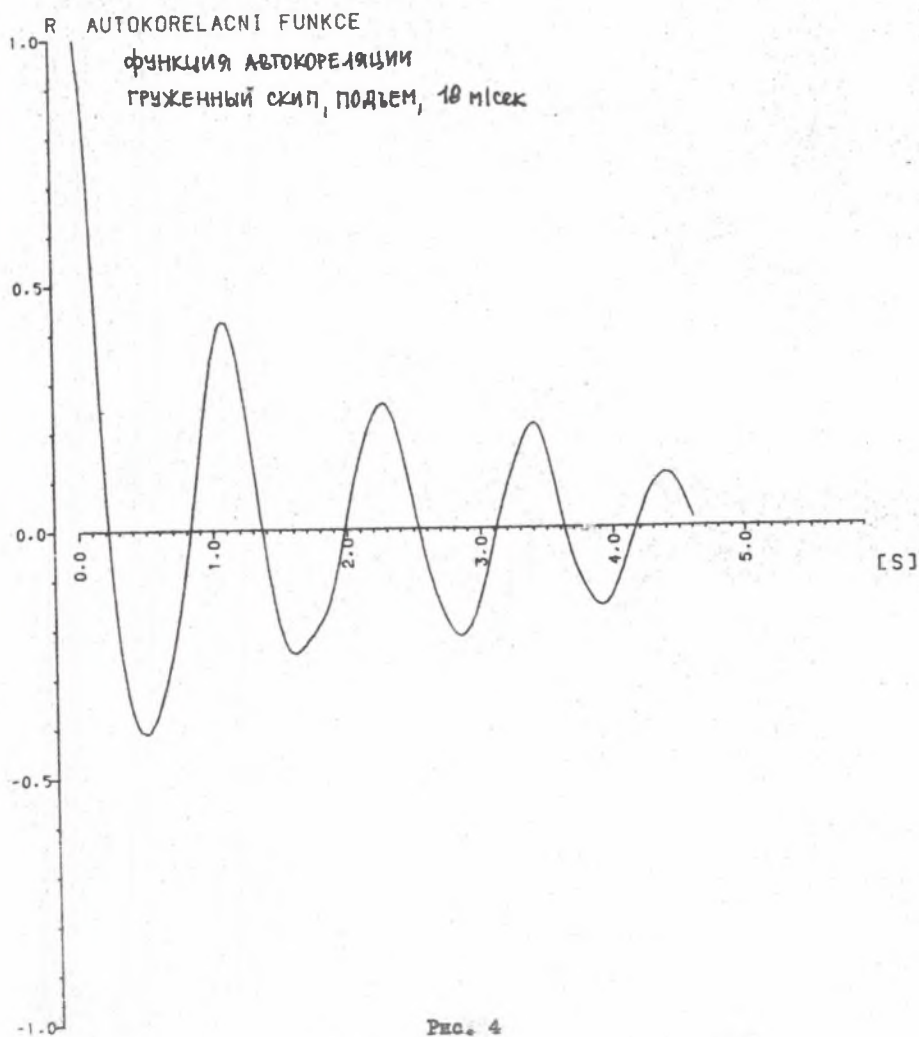
Для эксперимента, протекающего трое суток, первых две из которых были посвящены установке датчиков, их подключению и прибором, введению всей системы в строй, использованы два комплекта тождественной измерительной аппаратуры. Первый из них установлен на нижнем этаже скипа включая источник электрической энергии, второй в машинном зале бабшенного копра установки. В зале пришлось часть сигналов, измеряемых величин на вращающихся частях установки, передавать в измерительную аппаратуру бесконтактным способом

ZE DNE: A 3 1981

XY20A

MERENI: SKIP PLNY, JIZDA NAHORU, $V_s = 18$ m/sVZORKOVACI FREKVENCE STOPY: $0.86806E+02$ [HZ]ZPRACOVANY USEK: $0.59904E+01$ $0.55999E+02$ [S]

STOPA c. 3: FB3

STREDNI HODNOTA: $0.55552E-04$ [mm]RDZPTYL : $0.40877E+01$ [(mm)**2]SMEROD. DDCHYLKA: $0.20218E+01$ [mm]

Str.
OBR.

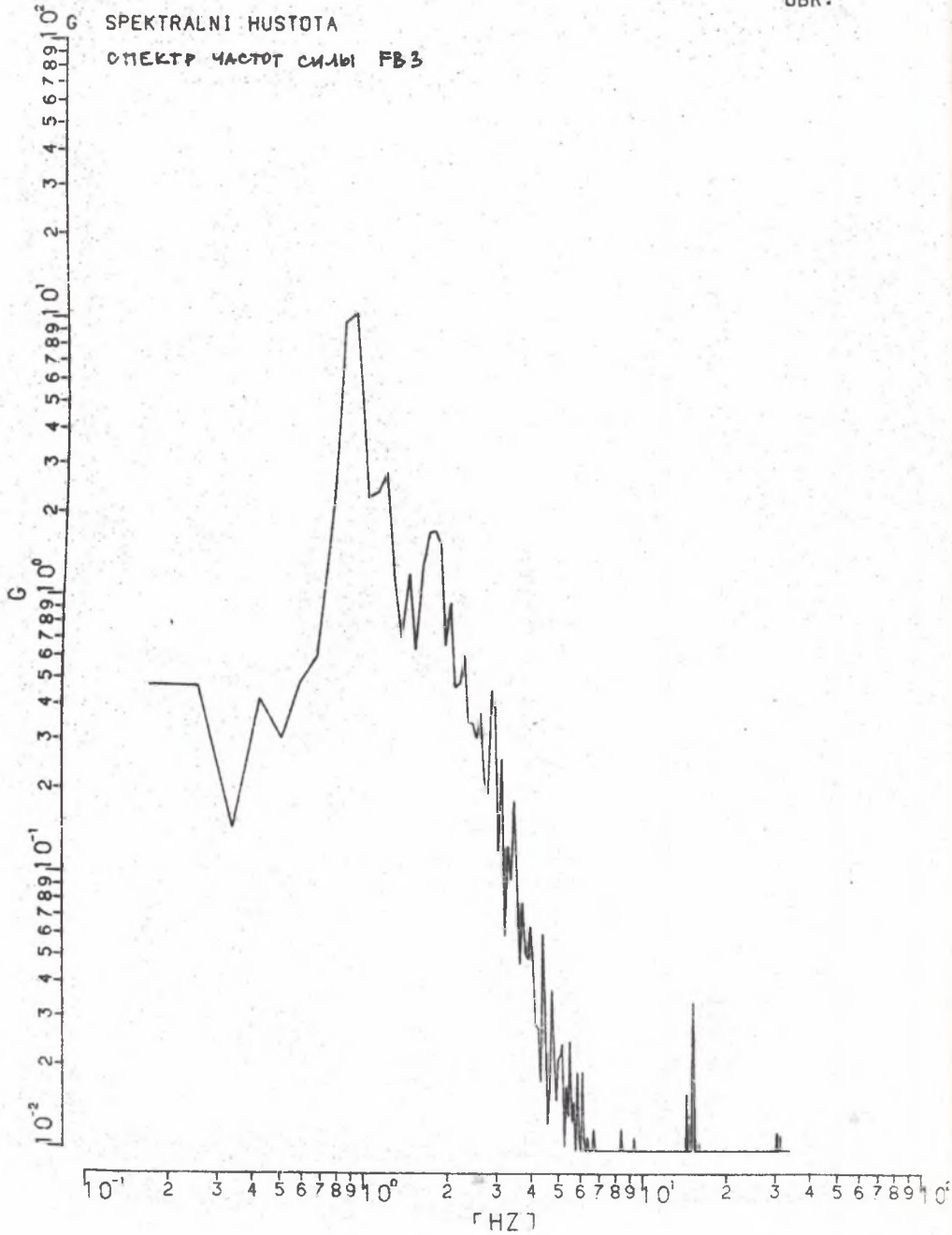


Рис. 5

ZE DNE: 6 3 1968

XY20A

MERENI: SKIP PLNY, JIZDA NAHORU, $v_s = 18$ m/s

VZORKOVACI FREKVENCE STOPY: 0.86806E+02 [HZ]

ZPRACOVANY USEK: 0.59904E+01 0.55999E+02 [S]

STOPA C. 6: A6

STREDNI HODNOTA: -0.27522E-04 [m/s-2]

ROZPTYL : 0.39511E+00 [(m/s-2)**2]

SMEROD. ODCHYLKA: 0.62858E+00 [m/s-2]

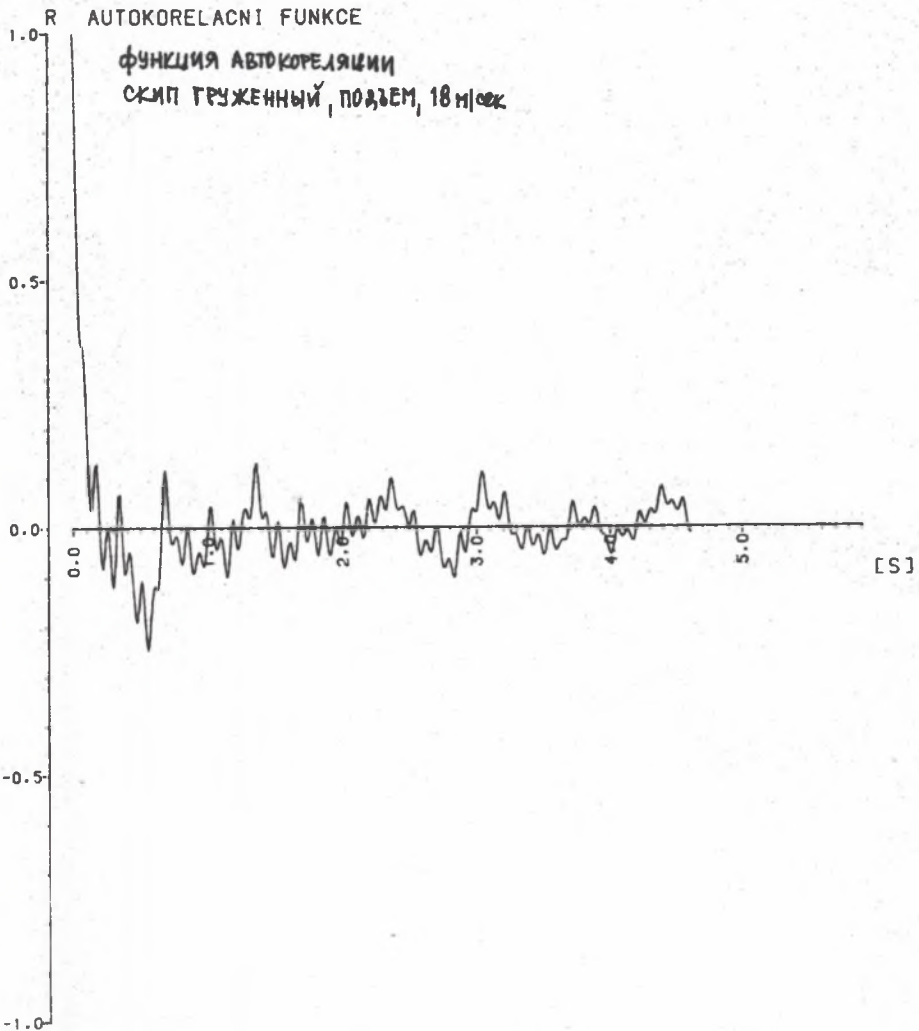


Рис. 6

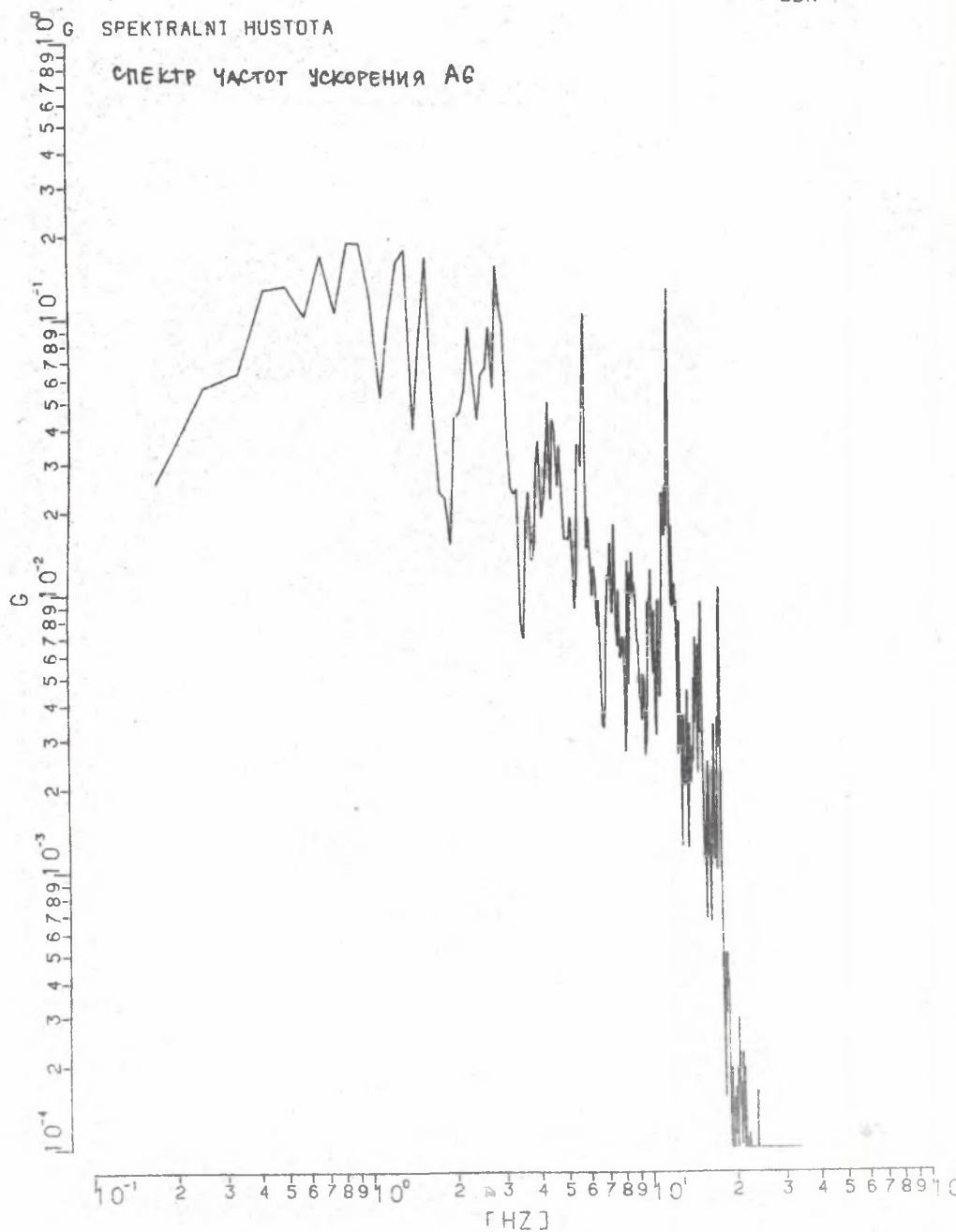
Str.
OBR.

Рис. 7

радиосвязью. Для синхронизации записи величин служил периодически передаваемых радиосигнал. Запис значений величин производилась на магнитные ленты уже в цифровом виде для последующей обработки измерений с помощью вычислительной техники.

В ходе измерений осуществлено 33 подъемов с пустыми или груженными скипами и разными скоростями - 3; 6; 9; 12; 15; 18; 20 м/сек. В некоторых случаях принято аварийное торможение для исследования экстремальных состояний установки.

На рисунках 4, 5, 6, 7 изображен в качестве примера результат обработки стационарных процессов контакта ролика № 3 (днище скипа) и проводника в виде силы РВЗ и ускорения дна скипа А6 в том же направлении. Изображены автокорреляционная функция обеих процессов и спектры частот РВЗ и А6. Тот же анализ проделан для всех роликов и всех режимов подъема. Из них можно определить основную частоту и ее связь со спектром частот отклонений проводников от вертикального положения. Описанные исследования в настоящее время протекают и частичные результаты подтверждают большое положительное значение максимального ухода по соблюдению прямолинейности проводников. В то же время начато исследование явления трансляции импульсов с процесса горизонтальных столкновений сосудов с проводниками через их кузов в канаты и их переход через шкив трения.

Методика анализа экспериментальных исследований приспособлена их применению для верификации математических моделей.

BADANIE DYNAMIKI GÓRNICZYCH URZĄDZEŃ WYCIĄGOWYCH

S t r e s z c z e n i e

Przejęcie z eksploatacją węgla w Ostrawsko-Karwińskim Zagłębiu Węglowym na głębokości 1000-1500 m związane jest ze stosowaniem wysoko wydajnych urządzeń wyciągowych ze skipami o ładowności 30-35 Mg i prędkości jazdy 18-20 m/s. W urządzeniach o takich parametrach należy uwzględnić wpływ procesów dynamicznych na stan i bezpieczeństwo oraz niezawodną eksploatację elementów urządzenia wyciągowego. W celu poznania procesów dynamicznych, jakie występują podczas eksploatacji urządzeń wyciągowych, przeprowadzono kompleksowe badania tensometryczne urządzenia wyciągowego szybu Mir kopalni 1 Maja. Jednocześnie podczas kilkudziesięciu jazd skipami o ładowności 35 Mg, przy różnej prędkości $v = 3, 6, 9, 12, 15, 18, 20$ m/s, mie-

rzono siły i drgania lin nośnych, naprężenia w konstrukcji skipu, w powłoce bębna pędnego wielolinowego oraz w wale głównym maszyny, moment skręcający wału głównego, przyspieszenia skipów oraz siły, jakie występują pomiędzy prowadnicami tocznymi i ślizgowymi a prowadnikami szybowymi.

Mierzono również parametry pracy hamulca tarczowego maszyny wyciągowej oraz parametry napędu elektrycznego. Badania zostały wykorzystane do weryfikacji modeli matematycznych pracy różnych elementów urządzenia wyciągowego oraz opracowania wytycznych ich projektowania i eksploatacji.

INVESTIGATION ON DYNAMICS OF MINING WINDING GEARS

S u m m a r y

A change in coal mining at Ostrava-Karvina Coal-Field at a depth of 1000-1500 m is connected with using high-duty winding gears provided with skip cars, 30-35 Mg load capacity and 18-20 m/s travelling speed. In gears of such parameters the effect of dynamic processes should be taken into consideration on the condition as well as safe and reliable operating the winding gear elements. Extensometric investigations of a winding gear at 1 Maja colliery "Mir" shaft were made to know dynamic processes that occur during operating winding gears. At the same time, during dozens of travellings of 35 Mg load capacity skip cars, at different speeds of $v = 3, 6, 9, 12, 15, 18, 20$ m/s, forces and vibration were measured in hoisting ropes, stresses within skip car construction, multi-cable drive drum shell and in main shaft of machine, torque moment of main shaft, accelerations of skip cars, and forces that occur between rolling and sliding guide bars and the shaft guides.

Also, parameters of winding machine disk brake operation and electric drive parameters were measured. The experimental results were used to verify mathematical models of operation of various winding gear elements and to work out guidelines for their designing and exploitation.