

УДК 622.673.1

Трифанов Г.Д., д-р. техн. наук, доцент,
Микрюков А.Ю., аспирант
(Пермский национальный исследовательский
политехнический университет)
Архипов Е.В., инженер
(ООО «Региональный канатный центр»,
г. Пермь)

АППАРАТУРА НЕПРЕРЫВНОГО КОНТРОЛЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ «ПОДЪЕМНЫЙ СОСУД – ЖЕСТКАЯ АРМИРОВКА» ШАХТНЫХ СТВОЛОВ

Трифанов Г.Д., д-р техн. наук, доцент
Микрюков А.Ю., аспирант
(Пермський національний дослідний
політехнічний університет),
Архипов Є.В., інженер
ТОВ «Регіональний канатний центр»,
м. Перм)

АПАРАТУРА БЕЗПЕРЕРВНОГО КОНТРОЛЮ ДИНАМІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ «ПІДЙОМНИХ ПОСУДИН - ЖОРСТКА АРМУВАННЯ» ШАХТНИХ СТВОЛІВ

Trifanov G.D., D. Sc (Tech), Associate Professor,
Mikryukov A.Y., Doctoral Student
(Perm National Research Polytechnic University)
Arkhipov E.V., M.S (Tech)
(Company "Regional rope center"
Perm-city)

EQUIPMENT FOR CONTINUOUS MONITORING OF DYNAMIC PARAMETERS "LIFTING VESSEL - RIGID REINFORCEMENT" SHAFTS

Аннотация. В статье описана аппаратура непрерывного контроля динамических параметров систем «подъемный сосуд-армировка» вертикальных стволов.

Обоснована возможность увеличения производительности шахтных подъемных установок, оснащенных системами непрерывного контроля.

Показаны результаты испытания системы в промышленных условиях, диаграммы ускорения скипа в лобовой и боковой плоскости. Выполнен анализ ударных воздействий в системе «подъемный сосуд – жесткая армировка». Инструментальный непрерывный контроль состояния подъемных канатов, поверхностного и подземного оборудования шахтного подъема позволяет свести к минимуму человеческий фактор и сократить простои установки на визуальный осмотр. Предложение реализовано в федеральных нормах и правилах в области промышленной безопасности.

Ключевые слова: шахтный ствол, армировка шахтного ствола, шахтный подъемный сосуд, система «сосуд - армировка», динамический контроль.

Современные шахтные подъемные установки в соответствии с требованиями правил безопасности оснащены регистраторами параметров, обеспечивающими измерение и регистрацию положения и скорости движения подъемных сосудов, тока подъемных двигателей и давления в тормозной системе, определение, визуализацию и регистрацию причины включения предохранительного тормоза [1]. На рис. 1 приведены графики изменения основных параметров в окне программы просмотра архивов регистратора.

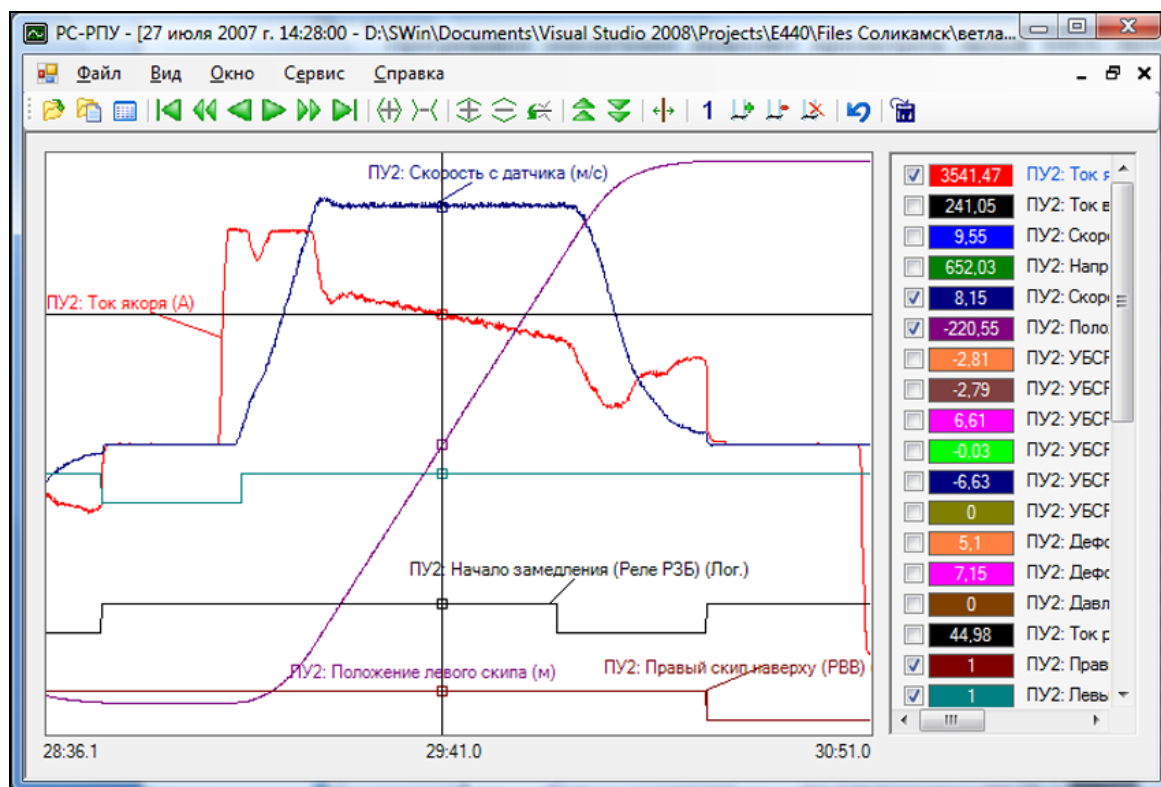


Рисунок 1 - Окно программы просмотра архивов регистратора параметров

Анализ результатов непрерывного контроля позволяет объективно оценить состояние электромеханического оборудования шахтных подъемных установок и оперативно выявлять не только отклонения в режиме работы установки, но и причины их возникновения.

Электрические схемы подъемных установок выполняются с максимальным самоконтролем, чтобы нарушения исправности отдельных элементов не приводили к возникновению аварийной ситуации [2].

Постоянный контроль (мониторинг) оборудования шахтных подъемных установок позволяет осуществлять проверку состояния технических устройств практически без влияния на технологический процесс (в межсменный период, период кратковременных плановых остановок, а в отдельных случаях и без них).

Опыт эксплуатации шахтных подъемных канатов свидетельствует [3], что абсолютное большинство их бракуется либо по результатам инструментального неразрушающего контроля, либо в канатно-испытательной станции, где прово-

локи каната испытываются на разрыв и перегиб. Современные дефектоскопы позволяют измерять площадь поперечного сечения металла каната и обнаруживать локальные дефекты проволок в канате.

Выявление дефектов органолептическим методом чаще всего происходит при осмотре канатов после инцидентов, сопровождающихся дополнительным нагружением канатов или их соударением с посторонними предметами.

Непрерывный контроль состояния подъемных канатов осуществляется регистраторами параметров путем расчета удлинения каната при загрузке скипов. Расчет производится по показаниям датчиков положения скипа в стволе и прихода скипа под загрузку. В основу этого метода контроля положены результаты исследований Я. Ханкуса [4], показавшего зависимость модуля упругости каната и его удлинения от состояния каната. В процессе эксплуатации каната происходит его постепенное удлинение. При увеличении интенсивности удлинения каната необходимо провести детальный визуальный контроль и внеплановую дефектоскопию каната.

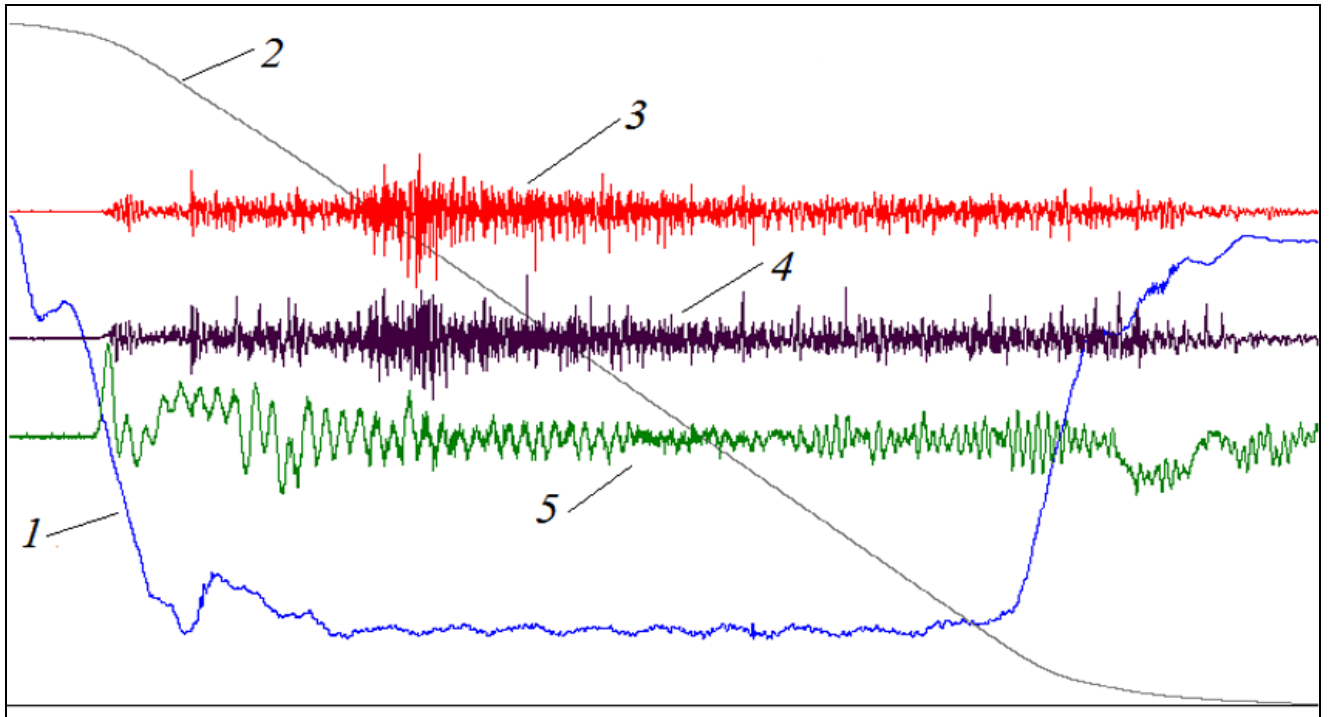
Наиболее сложным для безопасной эксплуатации подъемных установок является контроль оборудования шахтного ствола. В настоящее время он в большинстве случаев осуществляется визуально, что требует значительных затрат времени и не гарантирует своевременного выявления дефектов.

Практикуемая в Украине периодическая динамическая диагностика системы «подъемный сосуд-армировка ствола» [5] доказывает, что современные системы контроля обеспечивают четкое определение ускорений скипа в лобовой и боковой плоскостях, а также вертикальных ускорений скипа. На рис. 2 приведены графики этих ускорений, совмещенные с графиками положения скипа в стволе и скорости его движения. Полученная информация позволяет судить о состоянии армировки ствола.

Для непрерывного контроля состояния системы «подъемный сосуд-армировка ствола» разработана система непрерывного контроля плавности движения скипов [6]. На рис. 3 приведена блок-схема этой системы. Она включает в себя трехосевой датчик ускорения, блок обработки информации и антенну, установленные на скипе. Информация со скипа передается на приемник, установленный на копре, и далее поступает на панельный компьютер. На компьютере информация с датчиков обрабатывается, визуализируется и записывается в архив, который хранится 30 дней.

Результаты измерения ускорения скипа в трех направлениях: вертикальном, лобовым и боковым в горизонтальной плоскости привязаны к положению скипа в шахтном стволе.

На рис. 4 показаны графики ускорений груженого скипа в лобовом и боковом направлениях на одном из участков ствола. На графиках четко видны пики ускорений подъемного сосуда, на участке с отметкой -229 м. Визуальным обследованием состояния проводников на этом участке установлены следы взаимодействия предохранительных башмаков с искривленным проводником. На другом участке ствола были зафиксированы удары скипа по стыку проводников.



1 – скорость подъемной машины; 2 – положение скипа в стволе; 3 – ускорения скипа в лобовой плоскости; 4 – ускорения скипа в боковой плоскости; 5 – вертикальные ускорения скипа

Рисунок 2 - График ускорений при спуске порожнего скипа

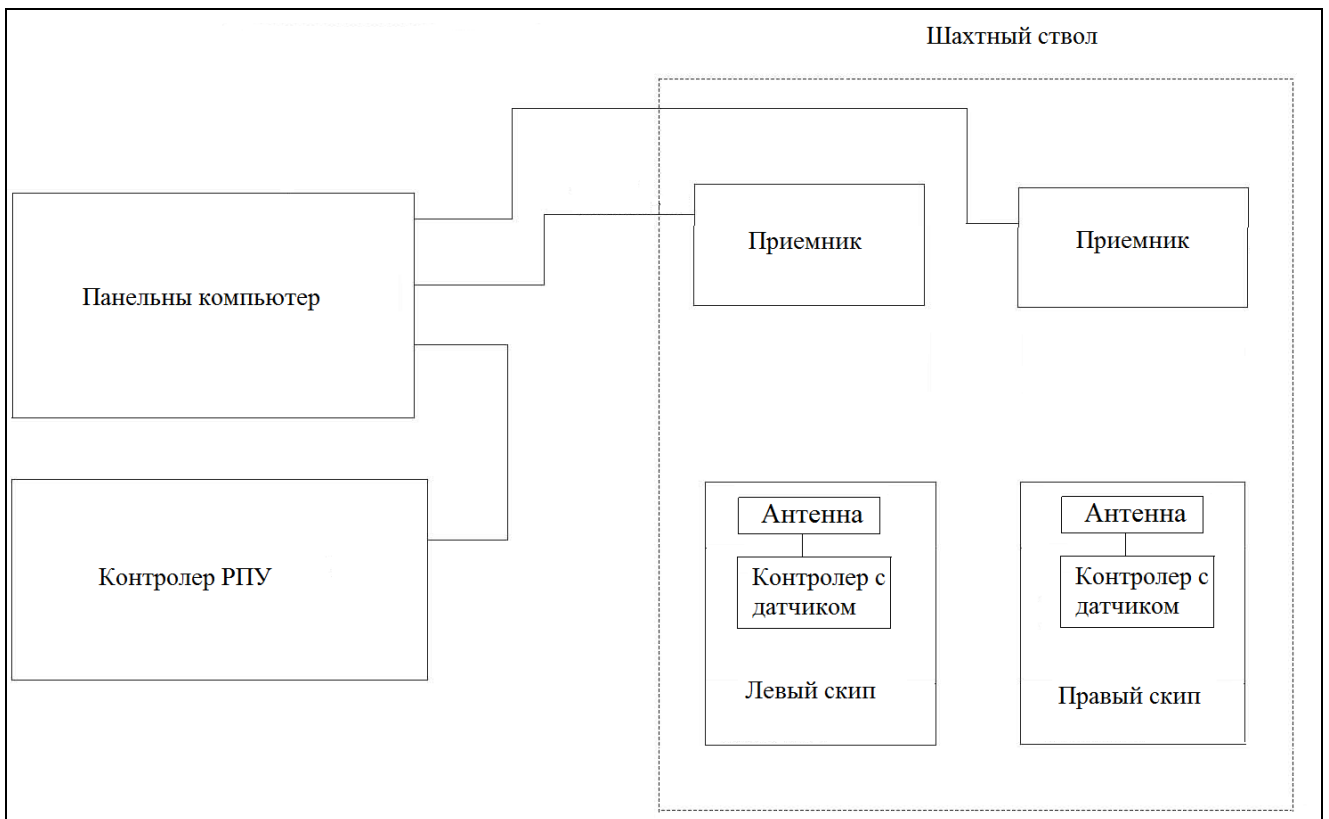


Рисунок 3 - Блок схема системы контроля плавности движения скипов

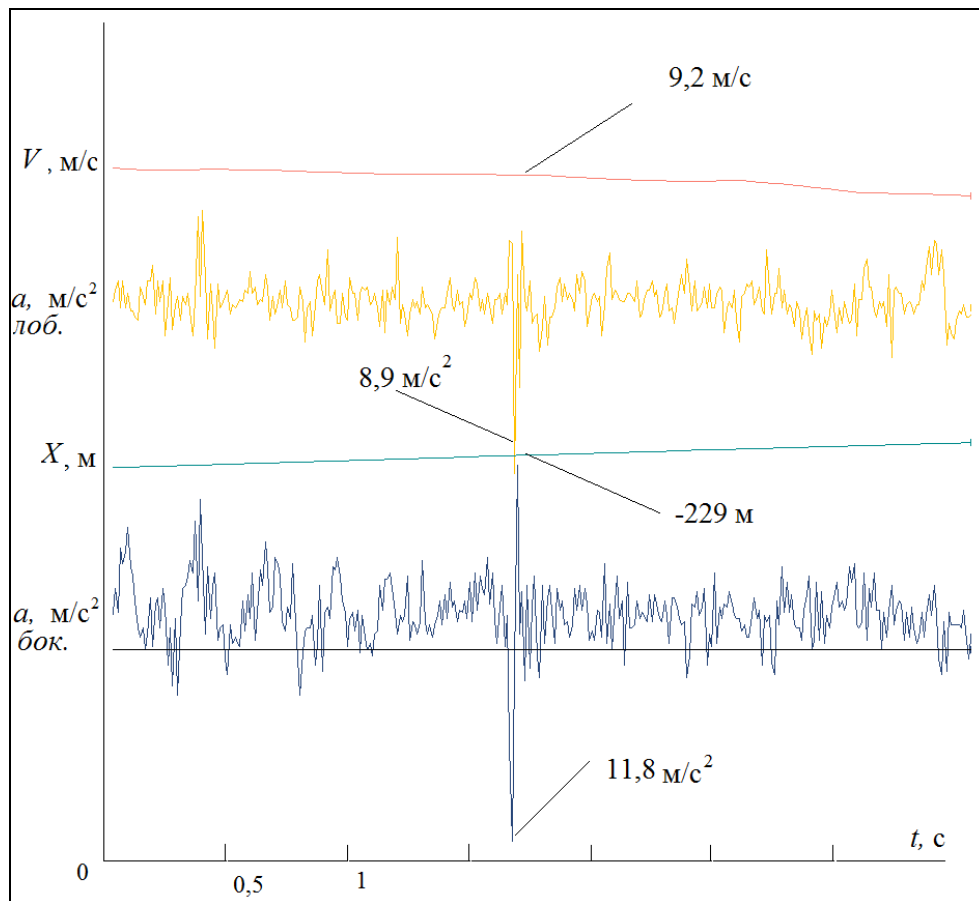


Рисунок 4 - Графики ускорений грузеного скипа в лобовом и боковом направлениях

Промышленные испытания системы контроля плавности движения скипов показали что:

- система четко реагирует на дефекты стыков, на любое изменения профиля проводника;
- она обеспечивает объективный контроль и оценку состояния армировки шахтного ствола;
- результаты непрерывного контроля динамики движения подъемных сосудов, отображаются в диаграммах движения в режиме реального времени, записываются в архив и могут быть рассмотрены в любое время.

Таким образом, внедрение в практику эксплуатации шахтных подъемных установок системам непрерывного контроля параметров подъемной установки [7], удлинения подъемных канатов и контроля плавности движения скипов позволяет получить объективную информацию о состоянии этого оборудования и увеличить периодичность визуального осмотра электромеханического оборудования шахтных подъемных машин и оборудования шахтных стволов.

В новую редакцию Правил безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых [8] внесены дополнения, касающиеся периодичности проверки оборудования подъемных установок, осмотров крепи и армировки вертикальных стволов, оборудованных системами непрерывного контроля параметров подъемной установки и плавности движения скипов и

противовесов. Порядок и периодичность осмотров таких подъемных установок устанавливаются техническим руководителем шахты, но не реже 1 раза в неделю. Результаты непрерывного контроля должны анализироваться ежедневно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Трифанов, Г.Д. Повышение эффективности и безопасности эксплуатации шахтных подъемных установок. / Г.Д. Трифанов // Горное оборудование и электромеханика. – 2009. – № 7. – С. 49-51.
2. Хюзер, Р. Повышение производительности установки главного подъема AV7 путем увеличения полезной нагрузки восточного скипового отделения / Р. Хюзер // Глюкауф. -2004 - Вып. №2 (3) - С. 97.
3. Ciganek, J.(1997), « Stavebni likvidace doly ve veyle evropskych predpisu», *Actual problems of mining*, HSB, Ostrava, Czech Republic.- №5.-pp.158-162.
4. Hankus, J. (1990), «*Główny instytut górnictwa: Budowa i własności mechaniczne lin staloy*», Katowice, Polska.
5. Ильин, С.Р. Динамическая диагностика систем «сосуд-армировка» вертикальных шахтных стволов. / С.Р. Ильин, Г.Д. Трифанов // Горное оборудование и электромеханика. – 2009. – № 8.– С. 29–34.
6. Трифанов, Г.Д. Испытание системы контроля плавности движения подъемного сосуда в шахтном стволе. / Г.Д. Трифанов, А.Ю. Микрюков // Горное оборудование и электромеханика. –2014. – № 12. – С. 16-22.
7. Tejszerska, D. (1989), «Mathematical model of vibrations of mine hoists, coupled with longitudinal vibrations», *Zeszyty naukowe Politechniki slaskiej*, Gliwice, pp. 107-118.
8. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых». Серия 03. Выпуск 78. – М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2014. – 276 с.

REFERENCES

1. Trifanov, G.D. (2009), «Increase of efficiency and safety of exploitation of mine lifting options.», *Gornoye oborudovaniye i elektromekhanika.*, no 7, pp. 49-51.
2. Hjuzer, R. (2004), «Increase of productivity of setting of the main getting up AV7 by the increase of actual load of east skip separation», *Glyukauf.*, no.2 (3), pp. 97.
3. Ciganek, J.(1997), « Stavebni likvidace doly ve veyle evropskych predpisu», *Actual problems of mining*, HSB, Ostrava, Czech Republic, no.5, pp. 158-162.
4. Hankus, J. (1990), *Główny instytut górnictwa: Budowa i własności mechaniczne lin staloy*, Katowice, Polska.
5. Ilyin, S.R. and Trifanov, G.D. (2009), «Dynamic diagnostics of the systems of «cage-shaft equipment» vertical mine shafts», *Gornoye oborudovaniye i elektromekhanika*, - no. 8, pp. 29–34.
6. Trifanov, G.D. and Mikryukov, A. Yu. (2014), «Test of the checking system of smoothness of motion of lifting vessel in a mine shaft», *Gornoye oborudovaniye I elektromekhanika*, no. 12, pp. 16-22.
7. Tejszerska, D. (1989), «Mathematical model of vibrations of mine hoists, coupled with longitudinal vibrations», *Zeszyty naukowe Politechniki slaskiej*, Gliwice, pp,107-118.
8. *Federalnye normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti «Pravila bezopasnosti pri vedenii gornykh rabot i pererabotke tverdykh poleznykh iskopaemykh* [Federal norms and rules in area of industrial safety of «Rule of safety at the conduct of mine/underground works and processing of hard minerals»] 2014, Seriya 03, Vypusk 78, Zakrytoe akcionernoye obshchestvo «Nauchno-tehnicheskiiy centr issledovaniy problem promyshlennoy bezopasnosti», Moscow, RU.

Об авторах

Трифанов Геннадий Дмитриевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой Горная электромеханика Горно-нефтяного факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета, Пермь, Россия. kanat@pstu.ru

Микрюков Алексей Юрьевич, аспирант кафедры Горная электромеханика Горно-нефтяного факультета Пермского национального исследовательского политехнического университета, Пермь, Россия. Alexey_mic@mail.ru

Архипов Евгений Викторович, руководитель группы экспертов ООО «Регионального канатного

центра», Перм, Россия.

About the authors

Trifanov Gennady Dmitrievich, Doctor of Technical Sciences (D.Sc), Associate Professor, Head of Department of Mining Electrical Engineering Mining and Petroleum Faculty of Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia. kanat@pstu.ru

Mikryukov Alexey Yurevich, Doctoral Student of Mining Electrical Engineering Mining and Petroleum Faculty of Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia. Alexey_mic@mail.ru

Arkhipov Evgeny Viktorovich, Master of Science, Head of the expert group of Company "Regional rope center", Perm, Russia.

Анотація. В статті описана апаратура безперервного контролю динамічних параметрів систем «підйомний сосуд-арміровка» вертикальних стовбурів. Обґрунтована можливість збільшення продуктивності шахтних підйомних установок, оснащених системами безперервного контролю.

Показані результати випробування системи в промислових умовах, діаграми прискорення скіпа в лобовій і бічній площині. Виконаний аналіз ударних дій в системі «підйомна судина – жорстка арміровка». Інструментальний безперервний контроль стану підйомних канатів, поверхневого і підземного устаткування шахтного підйому дозволяє звести до мінімуму людський чинник і скоротити простой установки на візуальний огляд. Пропозиція реалізована у федеральних нормах і правилах в області промислової безпеки.

Ключові слова: шахтний стовбур, арміровка шахтного стовбура, шахтна підйомна судина, система «судина - арміровка», динамічний контроль.

Abstract. The article describes the equipment of continuous monitoring of dynamic parameters of the SIS "lifting vessel-reinforcement" of vertical shafts. The possibility withdrawn cheniya-performance mine hoisting installations, equipped with systems of continuous-ous control. The results of tests of the system in an industrial setting, chart speed up skip in the frontal and lateral plane. The analysis of impacts in the "lifting vessel - a rigid reinforcement."Instrumental continuous monitoring of the lift channel-ing, surface and underground mine lifting equipment is reduced to a minima of the human factor, and reduce downtime to install a visual inspection. Pre-position realized in the federal rules and regulations in the field of industrial-Secure.

Keywords: mine shaft, the shaft reinforcement, mine hoisting co-court system "vessel - reinforcement" dynamic control.

Статья поступила в редакцию 22.10. 2015

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук А.П. Круковским