

УДК 622.673.1

Василькевич В.И., магистр
(НИИГМ им. М.М.Федорова, Киевский филиал)
АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМ
«СОСУД-АРМИРОВКА» В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩИХ
УГОЛЬНЫХ СТВОЛОВ

Василькевич В.І., магістр
(НДІГМ ім. М.М.Федорова, Київська філія)
АНАЛІЗ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМ
«ПОСУДИНА-АРМУВАННЯ» В УМОВАХ ДІЮЧИХ ВУГІЛЬНИХ
СТОВБУРІВ

Vasilkevich V.I., M.Sc. (Tech.)
(RIMM named by M.M. Fedorov)
ANALYSIS OF OPERATIONAL PARAMETERS OF THE SYSTEMS
"CAGE-SHAFT EQUIPMENT" IN THE OPERATING COAL SHAFTS

Аннотация. В статье рассмотрена проблема эксплуатации жестких армировок вертикальных стволов. Жесткие армировки имеют различные конструктивные решения, однако подвержены воздействию одних и тех же негативных факторов, в частности горного давления, оказываемого на крепь ствола. Следствием этих процессов является искривление профиля проводника, что непосредственно влияет на надежность кинематического зацепления в системе «сосуд-армировка», а также на интенсивность механического износа рабочих поверхностей проводников и направляющих устройств. В силу чего в реальных условиях работы шахтного подъема контроль за состоянием армировки должен быть индивидуальным в каждом конкретном случае, учитывая конструктивные особенности и фактическое состояние жесткой армировки. Это позволит определить допустимые износы армировки, которые могут быть больше регламентируемых значений и оптимальные параметры направляющих устройств скольжения.

Ключевые слова: шахтный ствол, жесткая армировка, профиль проводников, износ проводников.

Общие положения. Надежность и безопасность работы подъемных установок вертикальных стволов шахт в значительной мере зависит от технического состояния системы «подъемный сосуд – жесткая армировка». Жесткие армировки конструктивно отличаются большим многообразием в зависимости от типа и количества подъемных сосудов, вида и типоразмеров проводников и расстрелов, их расположения относительно подъемного сосуда и т.д. При армировании нового шахтного ствола должна соблюдаться граничная точность монтажных работ, однако, в процессе эксплуатации стволов под влиянием различных факторов нарушаются зазоры, снижается прочность элементов армировки и надежность их крепления, изменяются проектные параметры.

Показателями безопасности, характеризующими состояние системы «сосуд-армировка» являются:

- отклонения профиля проводников от вертикали и, как следствие, отклонение ширины колеи проводников от номинального значения;
- износ проводников, расстрельных балок, направляющих устройств сосуда;
- зазоры между подъемным сосудом, расстрельными балками и крепью ствола, между жесткими направляющими сосуда и элементами крепления проводников.

Профиль проводников. Особенно необходимо уделять внимание более точному определению величины местных искривлений проводников, особенно на сопряжении стволов с горизонтами, и значению сужения/расширения колеи, т.к. от этих параметров зависит безопасность подъема, как по критерию кинематической связи между сосудом и армировкой, так и по критерию динамических нагрузок в системе «сосуд-армировка», что влечет за собой преждевременный износ элементов армировки и возникновение аварийных ситуаций.

Важность контроля профиля проводников отмечает М. Шот (Польша) и в своей статье предлагает новое решение этого вопроса с помощью измерительных станций контактного типа [1]. В ЮАР и США для контроля неровностей профиля проводников в лобовой плоскости применяется «динамический» метод, основанный на бесконтактном измерении расстояния до базовой вертикали от измерительного узла и последующей компьютерной обработки данных датчиков расстояния и акселерометров [2, 3]. Развитие этого метода для «динамической профилировки» одновременно в лобовой и боковой плоскостях, как предписано Правилами безопасности, предложил проф. М. Плахно (Польша) [4].

В России профильная съемка регламентирована по ГОСТ 51066-97 [5] и проводится станциями типа СИ [6], принцип работы которых основан на измерении уклонов проводников и последующим расчетом горизонтальных отклонений на ярусах от условной вертикали. В Украине контроль состояния профиля проводников и ширины колеи так же осуществляется с помощью измерительных станций СИ. Новую более совершенную отечественную автоматическую компьютеризованную станцию контроля профиля проводников предложил Шевченко Е.Н. в своей диссертационной работе [7]. Однако ее использование еще не нашло широкого применения, и контроль состояния профиля проводников продолжает осуществляться с помощью станции СИ-4.

Ниже приведены профили проводников некоторых стволов шахт Украины (рис. 1-3).

Как видно из графиков, все профили имеют знакопеременные искривления в большей или меньшей степени, отклоняясь от нулевой отметки в противоположных направлениях по всей глубине ствола.

Износ проводников. На рис. 4-6 представлены износы вертикальных стволов шахт, как с рельсовыми, так и с коробчатыми проводниками. В качестве критерия взят лобовой износ проводников, т.к. именно он влияет на эксплуатационную ширину колеи и аварийно опасную возможность контактирования жестких направляющих сосуда с элементами крепления проводников или с расстрелами.

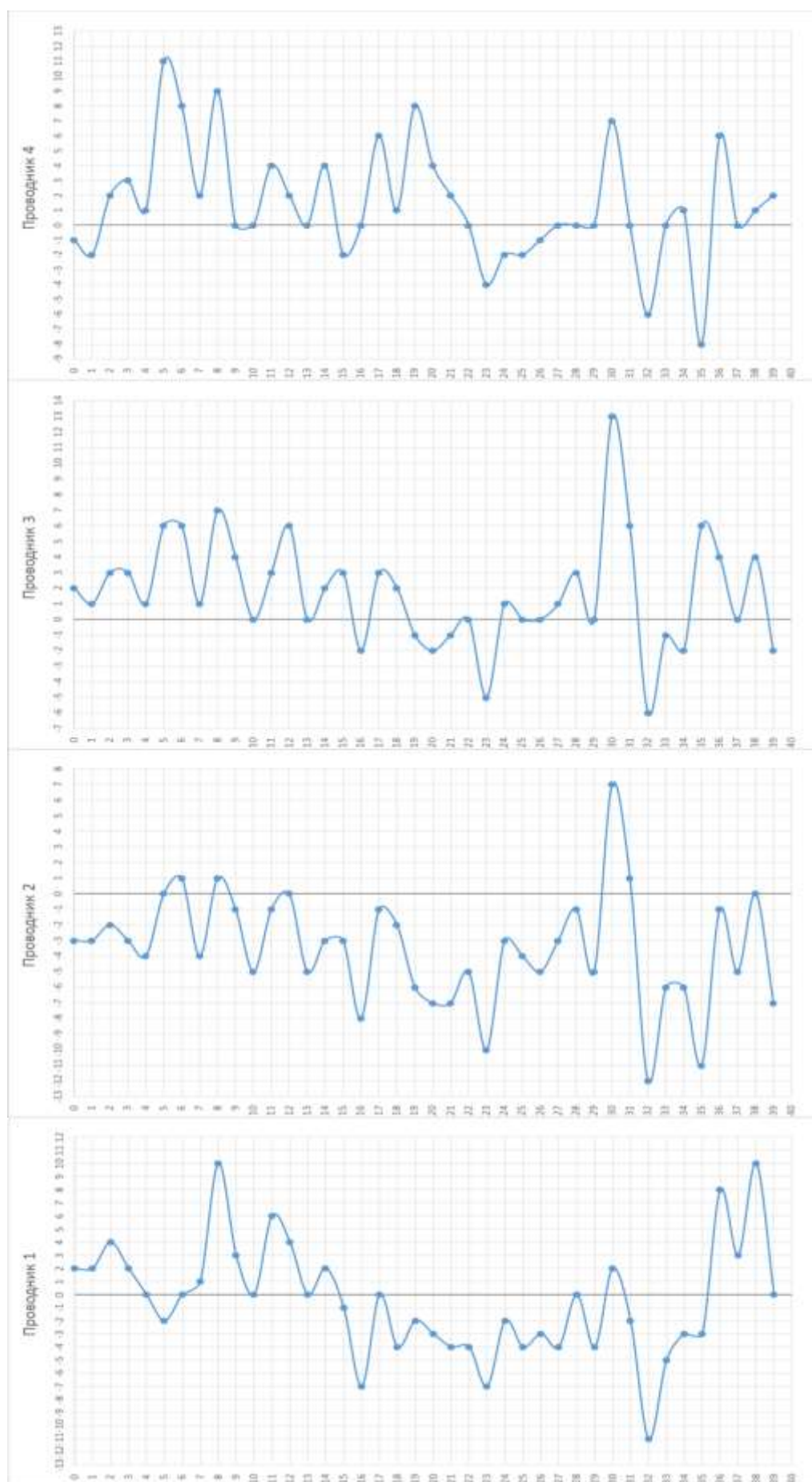


Рисунок 1 - Профиль проводников двухскипового подъема главного ствола шахты «Стелная» ПАО «ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ» (вертикальная ось – номер яруса, горизонтальная ось – отклонение от вертикали, мм).

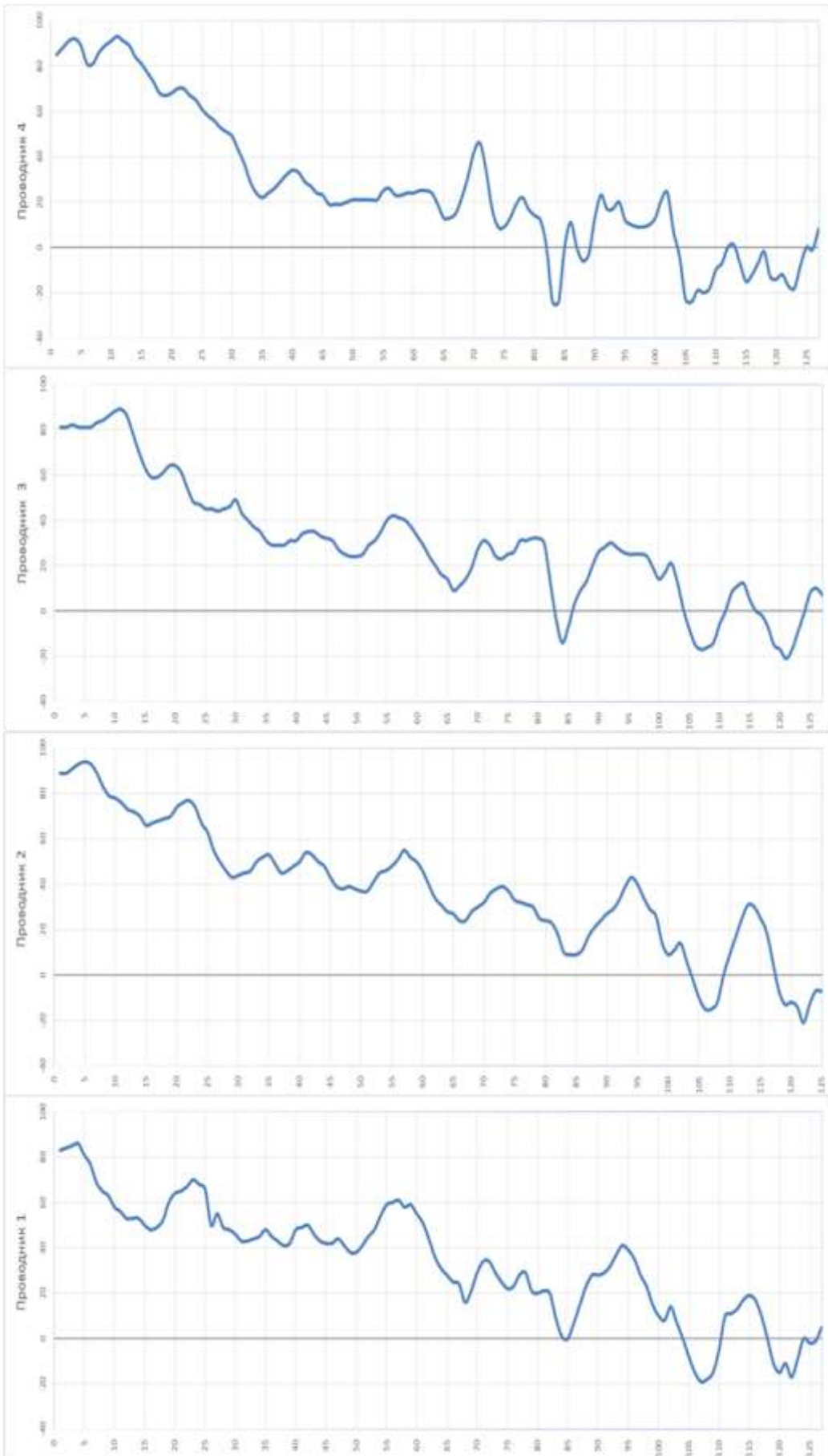


Рисунок 2 - Профиль проводников двухскипового подъема скипового ствола шахты им. Д.Ф. Мельникова ПАО «Лисичанскуголь» (вертикальная ось – номер яруса, горизонтальная ось – отклонение от вертикали, мм)

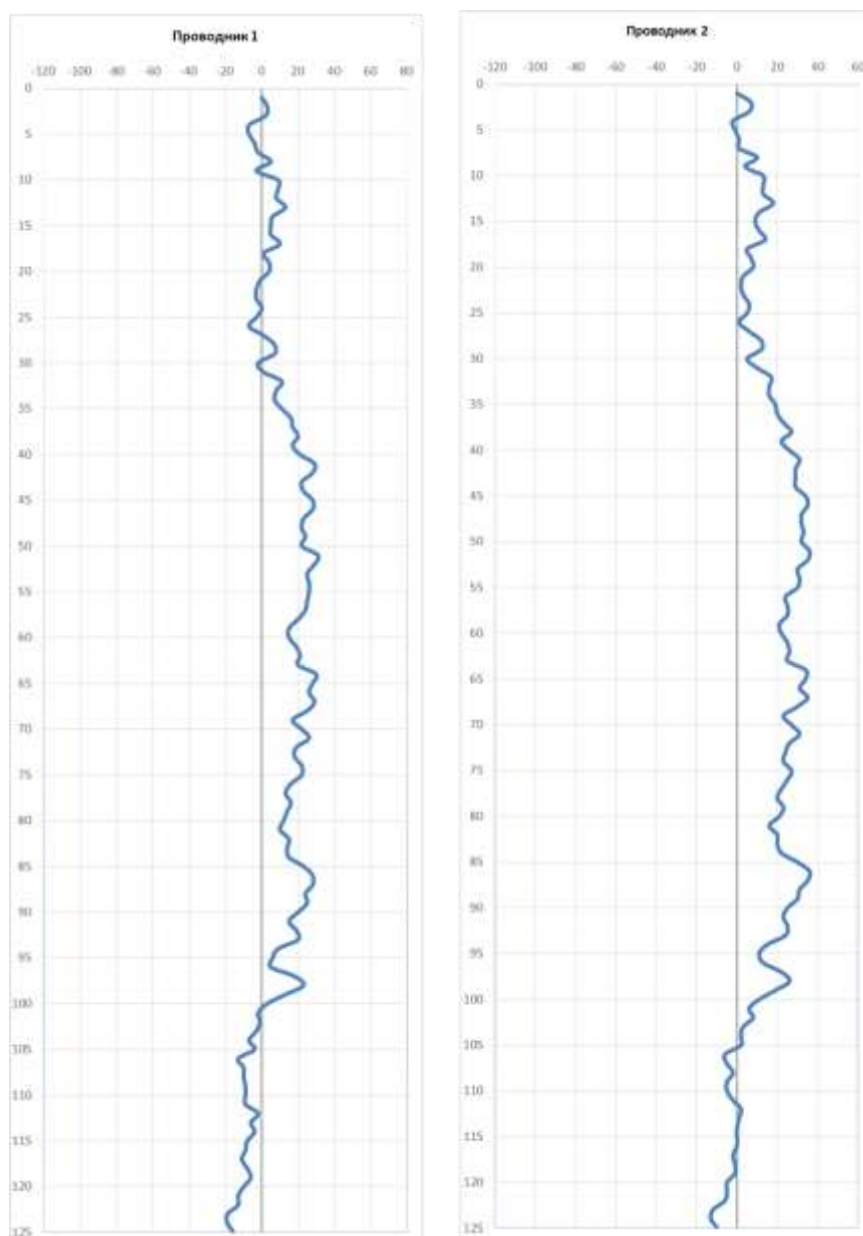


Рисунок 3 - Профиль проводников одноклетевого с противовесом подъема клетового ствола №3 шахты им. М.И. Калинина ГП «ДУЭК» (вертикальная ось – номер яруса, горизонтальная ось – отклонение от вертикали, мм).

Данные по износу проводников были взяты из отчетов обследования жесткой армировки, проведенных сотрудниками НИИГМ им. М.М. Федорова (г. Донецк) в 2011 - 2014 гг. на шахтах Украины с участием автора. Износ рабочих поверхностей проводников определяет надежность кинематической связи движущегося подъемного сосуда с проводниками, а также их прочность и изгибную жесткость, которая влияет на динамику взаимодействия сосуда с армировкой, зазоры безопасности между элементами подъемного сосуда и армировкой. Правилами безопасности износ рабочих поверхностей проводников строго ограничен и должен периодически контролироваться. Однако его величина ничем не обоснована, не зависит от типоразмера проводника, конструктивных особенностей армировки, режима и интенсивности работы подъема, и далеко не всегда является оптимальной для конкретной установки, в результате чего не-

редко проводники заменяются новыми, хотя они и не исчерпали полностью свой ресурс. Допустимые значения износа проводников отличаются от нормативных и определяются для конкретных подъемных установок расчетом по кинематике и динамике взаимодействия сосуда с армировкой и, как правило, превышают нормируемые значения, что позволяет увеличить срок службы проводников, обеспечивая при этом работоспособность армировки, не ограничивая подъем по скорости и режиму работы.

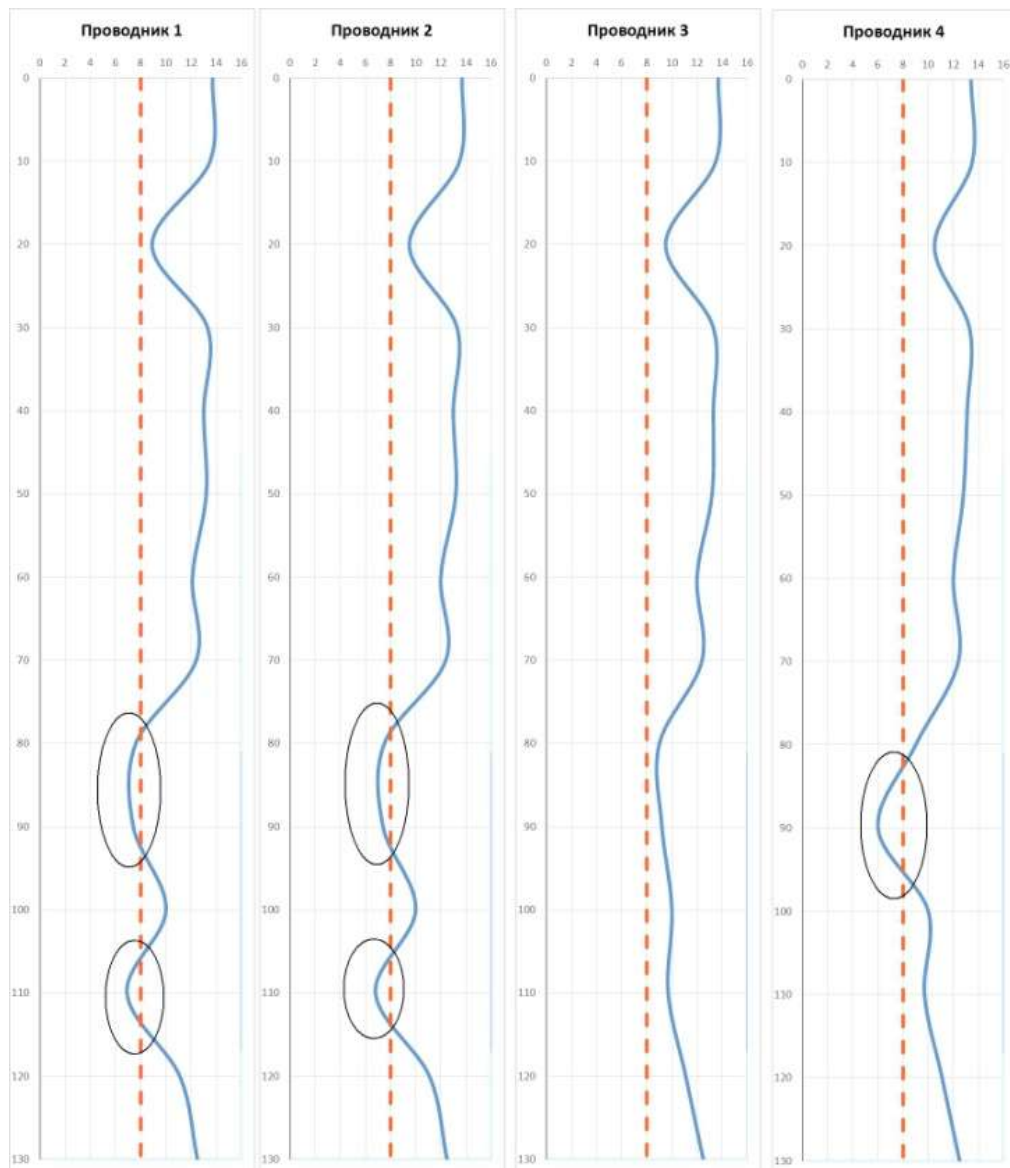


Рисунок 4 - Остаточная толщина проводников $190 \times 200 \times 16$ мм двухскипового угольного подъема главного ствола шахты им. Героев Космоса ПАО «ДТЭК ПАВЛОГРАДУГОЛЬ» (вертикальная ось – номер яруса, горизонтальная ось – остаточная толщина проводника, мм, вертикальная пунктирная линия – уровень допустимого износа по ПБ)

Износ расстрельных балок напрямую влияет на прочностные свойства армировки, работоспособность и долговечность. Однако предельные значения износа как критерия браковки расстрелов не оговорены ни одним из действующих нормативных документов. Они могут быть определены только расчетным

путем конкретно для каждого подъема по «Методике...» [8].

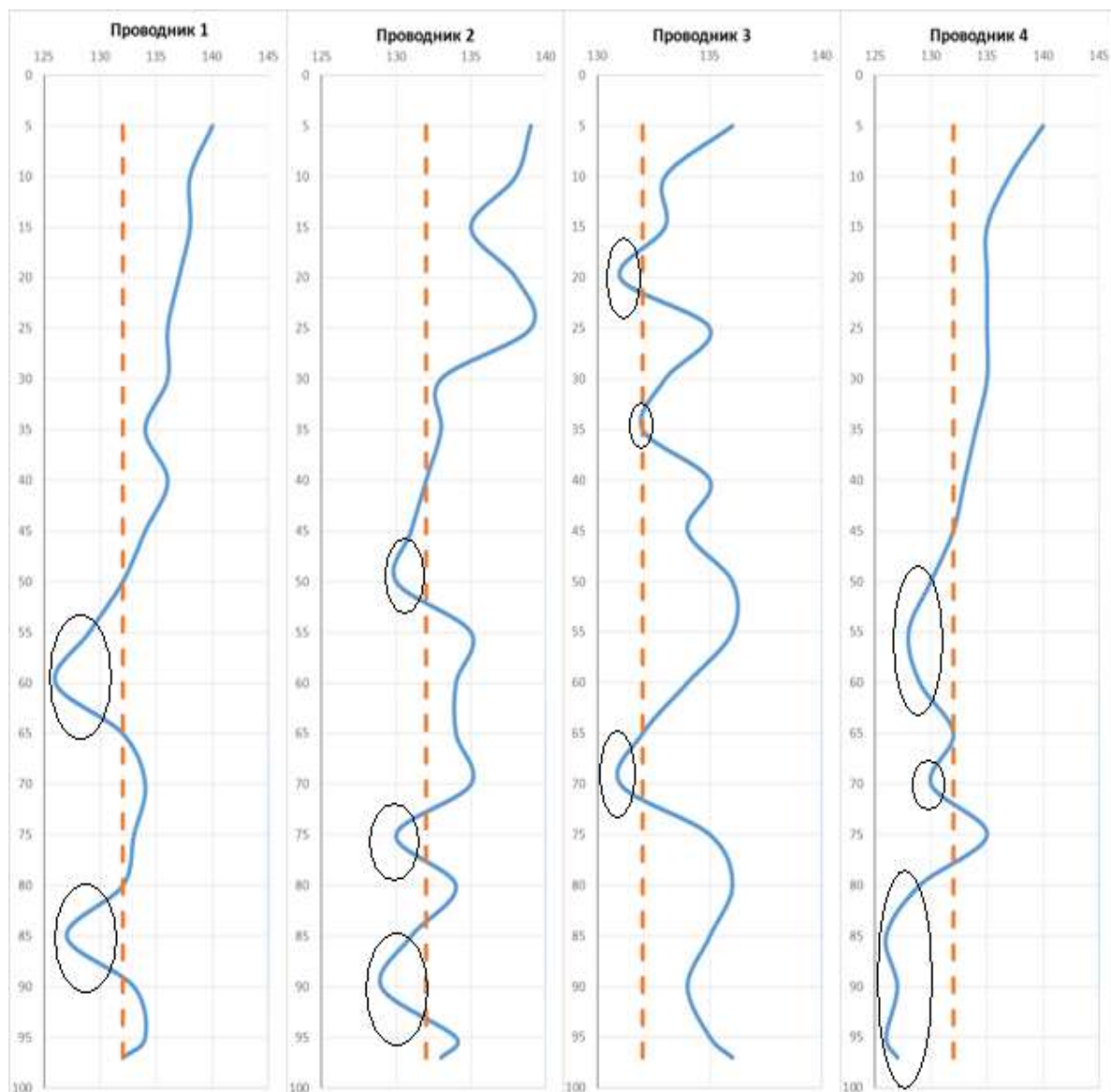


Рисунок 5 - Остаточная высота проводников Р43 двухскапового подъема скипового ствола шахты «Добропольская» ПАО «ДТЭК ДОБРОПОЛЬЕУГОЛЬ» (вертикальная ось – номер яруса, горизонтальная ось – остаточная высота проводника, мм, вертикальная пунктирная линия – уровень допустимого износа по ПБ)

Надежность кинематической связи подъемных сосудов с армировкой зависит не только от износа рабочих поверхностей проводников, но и от износа взаимодействующих с ними рабочих поверхностей направляющих башмаков скольжения подъемного сосуда, а также от размера направляющих, в частности, глубины зева при двухстороннем и ширины зева при одностороннем расположении проводников относительно сосуда.

При двухстороннем расположении проводников износ их лобовых поверхностей и глубина зева направляющих определяют также предельные отклонения ширины колеи проводников от номинального значения.

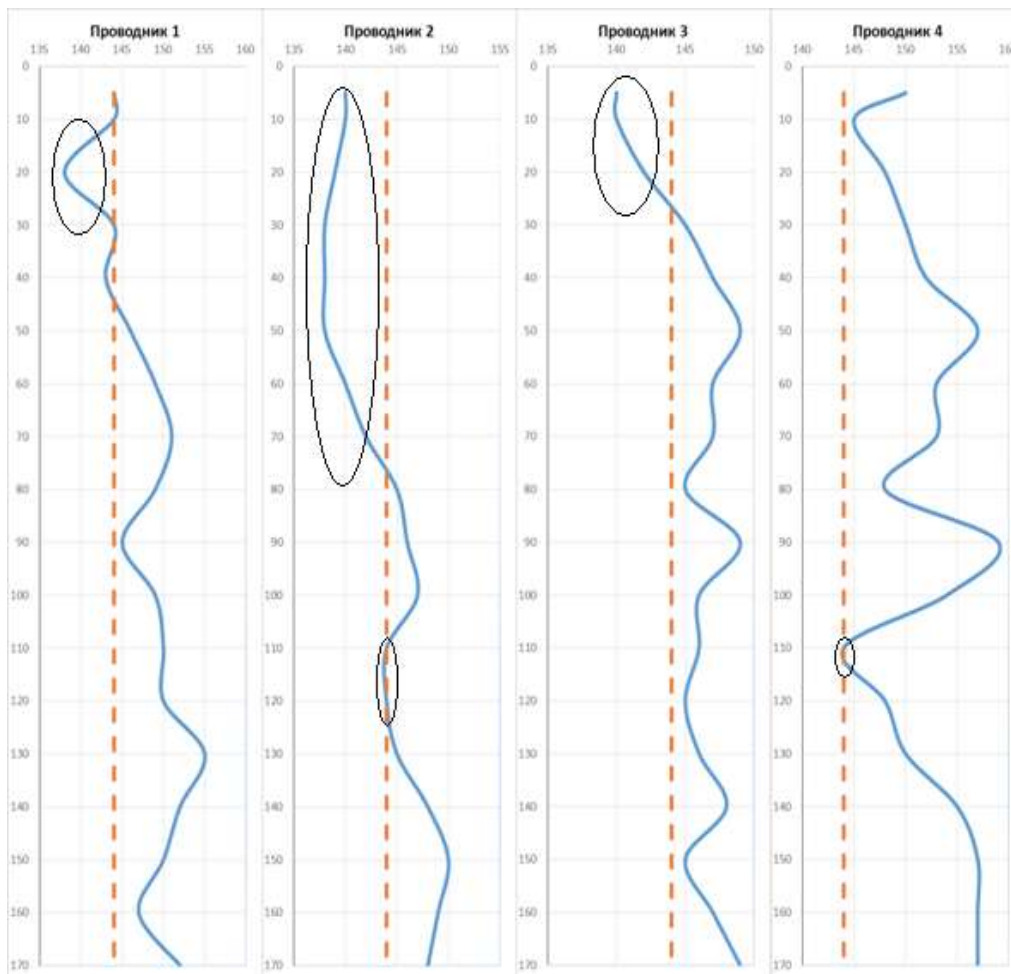


Рисунок 6 - Остаточная высота проводников Р50 двухскипового подъема скипового ствола шахты «Центральная» ГП «Красноармейскуголь» (вертикальная ось – номер яруса, горизонтальная ось – остаточная высота проводника, мм, вертикальная пунктирная линия – уровень допустимого износа по ПБ)

Предельные отклонения ширины колеи, регламентированные «Инструкцией по производству маркшейдерских работ» [9], предназначены для новой армировки и не могут быть применены для условий эксплуатации, т.к. учитывают только качество строительного-монтажных работ и не учитывают износ проводников, возможные смещения расстрелов и проводников, действующих динамических нагрузок и т.д., и поэтому могут быть определены только расчетным путем.

Подробно кинематика взаимодействия подъемного сосуда с армировкой с двухсторонними (рельсовыми и деревянными) и односторонними (рельсовыми) проводниками была рассмотрена автором данной публикации в работе [10].

Таким образом, допустимые значения износов расстрелов и рабочих поверхностей проводников должны определяться по условиям как динамического, так и кинематического взаимодействия подъемного сосуда с армировкой. При этом допустимые значения износов расстрелов, боковых поверхностей проводников двухстороннего расположения относительно сосудов и тыльных поверхностей рельсовых проводников одностороннего расположения определяются из условия динамики, т.к. они не зависят от кинематики, а лобовых поверхностей

двухсторонних, а также лобовых и боковых поверхностей односторонних проводников – из условий как динамики, так и кинематики. Из кинематического расчета также определяются предельные отклонения ширины колеи проводников для условий эксплуатации, допустимые износы направляющих скольжения и оптимальные размеры их зева.

Выводы. Анализируя вышеизложенное можно сделать вывод, что подход к установлению предельных допусков элементов армировки должен быть в каждом случае индивидуальным с учетом ее фактического состояния и рабочих параметров подъема. При этом решение о возможности дальнейшей эксплуатации армировки должно приниматься с разрешения органов Госгорпромнадзора комиссией под руководством главного механика шахты или производственного объединения на основании заключения, составленного специалистами соответствующих специализированных организаций по результатам обследования с использованием инструментальных средств и необходимых расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Szot, M. Pomiar nierówności torów prowadzenia naczyń i obciążeń lin nośnych górniczych wyciągów szybowych / M.Szot // *Transport szybowy* 2003. - Szczyrk, 2003. – pp. 225-232.
2. Fritz, J., Hecker G. Technique for the measurement of guide misalignment in mine shafts. CSIR Research Report 606, Pretoria, 1984.
3. Penning, F. Improved skips, guide alignment, dynamics and economics. US Bureau of mines contract HO282013 / F. Penning. - Colorado School of Mines, 1985.
4. Plachno, M. Zagadnienie dynamicznej kontroli nierownosci ciągów prowadników w srybach górniczych / Marek Plachno, Zbigniew Rosner // *Zeszyty Naukowo-Techniczne AGN - KTL* nr 232 Kraków 2001. - pp 45-55.
5. ГОСТ 51066-97. Системы профильной съемки проводников вертикальных шахтных стволов. Общие технические требования и методы испытаний. – М: Госстандарт России, 1997, 11 с.
6. Галинская, М.Н. Использование измерений станции СИ-1 для определения динамических нагрузок на армировку шахтных стволов / М.Н. Галинская // *Труды ВНИМИ*, сб. 84, 1971, - С.32-36.
7. Шевченко, С.М. Розробка автоматизованої системи маркшейдерського контролю провідників вертикальних шахтних стовбурів: Автореф канд.техн. наук.- Донецьк., 2000, - 18 с.
8. Методика расчета жестких армировок вертикальных стволов шахт. Донецк.: НИИГМ им.М.М.Федорова, 1994 – 145 с.
9. КД 12.06.203-2000. Маркшейдерские работы на угольных шахтах и разрезах. Инструкция. Киев. 2001,- 132 с.
10. Василькевич, В.И. Определение допустимых износов проводников и предельных отклонений ширины колеи из условия кинематического взаимодействия подъемного сосуда с жесткой армировкой ствола / В.И. Василькевич // *ИГТМ НАН Украины. Геотехническая механика. Межвед. Сб-к. науч. тр. Вып.93, Днепрпетровск. -2012, -С.210-225.*

REFERENCES

1. Szot, M. (2003), “Pomiar nierówności torów prowadzenia naczyń i obciążeń lin nośnych górniczych wyciągów szybowych”, *Transport szybowy* 2003, pp. 225-232.
2. Fritz, J. and Hecker, G. (1984), „Technique for the measurement of guide misalignment in mine shafts”, CSIR Research Report 606, Pretoria, Hatfield, South Africa.
3. Penning, F. (1985), “Improved skips, guide alignment, dynamics and economics US Bureau of mines contract HO282013”, Colorado School of Mines, Colorado, USA.
4. Marek Plachno and Zbigniew Rosner (2001), „Zagadnienie dynamicznej kontroli nierownosci ciągów prowadników w srybach górniczych”, *Zeszyty Naukowo-Techniczne AGN - KTL*, pp. 45-55.
5. GOST 51066-97. *Sistemy profilnoy syemki provodnikov vertikalnykh shakhtnykh stvolov. Obshchiye tekhnicheskiye trebovaniya i metody ispytaniy* [Systems of profile survey of rail guides of vertical shafts. General technical requirements and test methods], Moscow, Russia.

6. Galinskaya, M.N. (1971), *Ispolzovaniye izmereniy stantsii SI-1 dlya opredeleniya dinamicheskikh nagruzok na armirovku shakhtnykh stvolov* [Use of measurements of the station SI-1 for determining dynamic loads on shaft equipment], *Trudy VNIMI*, no. 84, pp.32-36.

7. Shevchenko, Ye.M. (2000), "Development of the automated system of mine surveying control of rail guides of vertical mine shafts", Abstract of Ph.D. (Tech.), Donetsk, Ukraine.

8. M.M. Fedorov Research Institute of mining mechanics (ed.) (1994), *Metodika rascheta zhestkikh armirovok vertikalnykh stvolov shakht* [Method of calculating the rigid equipment vertical shafts] M.M. Fedorov Research Institute of mining mechanics, Donetsk, Ukraine.

9. Ministry of Fuel and Energy of Ukraine (2001), *KD 12.06.203-2000. Marksheyderskiye raboty na ugolnykh shakhtakh i razrezakh. Instruksiya* [KD 12.06.203-2000. Mine surveying in coal mines and sections. Instructions], Ministry of Fuel and Energy of Ukraine, Kiyev, Ukraine.

10. Vasilkevich, V.I. (2012), "Determination of possible wears of explorers and maximum rejections of width of track from the condition of kinematics co-operation of lifting vessel with the hard armor of barrel", *Geo-Technical Mechanics*, no 93, pp.210-225.

Об авторе

Василькевич Виктор Иванович, магистр, инженер, Научно-исследовательский институт горной механики им. М.М. Федорова, Киевский филиал (НИИГМ им. М.М.Федорова), Киев, Украина, wasylkewycz@gmail.com

About the author

Vasilkevich Viktor Ivanovich, Master of Science, Engineer, Scientific Research Institute of Mining Mechanics. M.M. Fedorova, Kiev branch (RIMM named by M.M. Fedorov), Kiev, Ukraine. wasylkewycz@gmail.com

Анотація. У статті розглянуто проблему експлуатації жорстких армувань вертикальних стовбурів. Жорсткі армування мають різноманітні конструктивні рішення, але сприймають вплив одних і тих же негативних факторів, зокрема гірничого тиску, що діє на кріплення стовбура. Внаслідок цих процесів відбувається викривлення профілю провідників, що безпосередньо впливає на безпечність кінематичного зачеплення в системі «посудина-армування», а також на інтенсивність механічного зношування робочих поверхонь провідників та напрямних пристроїв. Враховуючи це контроль за станом армування у реальних умовах роботи шахтного підйому має бути індивідуальним у кожному конкретному випадку, враховуючи конструктивні особливості та фактичний стан жорсткого армування, що дозволить визначити допустимі значення зношування армування, котрі можуть бути більшими за регламентовані, а також це дасть можливість врахувати оптимальні параметри напрямних пристроїв.

Ключові слова: шахтний стовбур, жорстке армування, профіль провідників, знос провідників.

Annotation. The article deals with the problem of rigid equipment operation in the vertical shafts. Rigid equipment has various design solutions, but all of them are subject to the same negative factors including mining pressure exerted on the shaft's support. Consequence of these processes is curvature of the rail-guide profile, which directly affects reliability of kinematic engagement in the "cage-shaft equipment" system; it also affects intensity of mechanical wear of working surfaces of the rail guides and guiding devices. Because of this, in real conditions of the cage lifting, state of the equipment should be controlled individually in each specific case and take into account structural features and actual state of the rigid equipment. Such approach will help to determine permissible rate of the equipment wear, which can be more than the regulated rates, and optimal parameters of sliding guides.

Keywords: mine shaft, rigid equipment, profile of rail guides, wear of rail guides.

Статья поступила в редакцию 13.09.2017

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