

ГОРНЫЕ МАШИНЫ MINING MACHINES

Научная статья

УДК 658.5

DOI: 10.26730/1816-4528-2022-2-3-13

Хажиев Вадим Аслямович, кандидат техн. наук

Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства

E-mail: vadimkhazhiev@gmail.com

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ



Информация о статье

Поступила:

02 сентября 2021 г.

Одобрена после

рецензирования:

20 октября 2021 г.

Принята к печати:

15 января 2022 г.

Ключевые слова:

развитие, комплементарность, эффективность, система эксплуатации, технологический комплекс, техническое использование, ремонтное обслуживание, производственный цикл, приведенная длительность цикла, себестоимость производственного цикла.

Аннотация.

В статье представлена концепция развития системы эксплуатации технологического комплекса горнодобывающего предприятия. Суть концепции заключается в обеспечении комплементарности подсистем технического использования и ремонтного обслуживания оборудования, позволяющей рационально использовать трудовые, материально-технические, энергетические и финансовые ресурсы в процессе эксплуатации технологического комплекса, а также достигать требуемого для устойчивого генерирования прибыли предприятия и удовлетворения потребностей его работников уровня эффективности, надежности и безопасности осуществления производственного цикла. Обосновано, что в качестве показателя результативности системы эксплуатации технологического комплекса, позволяющего оценивать общий результат работы всего оборудования технологического комплекса, целесообразно применять новый показатель – приведенная длительность производственного цикла. Приведенная длительность производственного цикла определяется суммарным приведенным временем работы оборудования технологического комплекса, затрачиваемым на прохождение единицей продукции горнодобывающего предприятия всех технологических этапов производственного цикла до стадии готовности к отгрузке потребителю. Для реализации разработанной концепции развития системы эксплуатации технологического комплекса горнодобывающего предприятия определен ряд логических взаимосвязей условий и режимов работы оборудования, организации и технологии ремонтного обслуживания с приведенной длительностью и себестоимостью производственного цикла горнодобывающего предприятия. С позиции предложенной концепции рассмотрены результаты деятельности динамично развивающегося отечественного угледобывающего предприятия – разреза «Черногорский» ООО «СУЭК-Хакасия» за 2010-2020 гг.

Для цитирования: Хажиев В.А. Концепция развития системы эксплуатации технологического комплекса горнодобывающего предприятия // Горное оборудование и электромеханика. 2022. № 2 (160). С. 3-13. DOI: 10.26730/1816-4528-2022-2-3-13

Ключевые понятия и их определения

Концепция – система взглядов, выражающая понимание каких-либо явлений в природе и обществе или (и) предлагающая целостное решение проблемы [1].

Технологический комплекс – функционально взаимосвязанные виды горного оборудования,

предназначенные для воспроизводства производственного цикла горнодобывающего предприятия.

Система эксплуатации технологического комплекса – единство подсистем технического использования и ремонтного обслуживания технологического комплекса, обеспечивающее воспроизводство производственного цикла горнодобывающего

предприятия с определенной его длительностью и себестоимостью.

Подсистема технического использования технологического комплекса – единство процессов по формированию и поддержанию условий и режимов работы оборудования для выполнения заданных технологических процессов и операций производственного цикла.

Подсистема ремонтного обслуживания технологического комплекса – единство процессов организации и технологии восстановления и контроля работоспособности горного оборудования для выполнения им требуемых функций в заданных условиях и режимах работы.

Производственный цикл – законченный цикл работ, выполняемый технологическим комплексом начиная от подготовки горной массы к выемке и заканчивая процессами складирования готовой продукции для последующей отгрузки потребителю.

Приведенная длительность производственного цикла – суммарное приведенное время работы оборудования технологического комплекса, затрачиваемое на прохождение единицей продукции горнодобывающего предприятия всех технологических этапов производственного цикла до стадии готовности к отгрузке потребителю.

Актуальность

Успешная деятельность горнодобывающих предприятий основывается на эффективном, надежном и безопасном воспроизводстве производственного цикла. Ключевой характеристикой производственного цикла является его длительность, понимаемая специалистами как календарный период времени, в течение которого продукция (извлекаемое из недр полезное ископаемое) горнодобывающего предприятия проходит все технологические этапы производственного цикла до стадии готовности к отгрузке потребителю [2-4]. Такое понимание длительности производственного цикла позволяет оценивать продолжительность выполнения технологических этапов и операций. Однако в связи с параллельно-последовательным осуществлением многих операций в производственном цикле данное понимание не позволяет оценивать общую эффективность использования всех затрачиваемых оборудованием машино-часов в технологическом комплексе.

На основе оценки структуры рабочего времени горного оборудования технологических комплексов ряда горнодобывающих предприятий России определено, что производительное время работы оборудования на различных этапах производственного цикла варьируется в диапазоне от 34% до 65% от календарного фонда времени (рис. 1) при технически возможном – от 85% до 93% [1, 5-8]. Под производительным временем работы оборудования понимается время, которое потребовалось бы затратить на выполнение произведенного оборудования объема работы при рациональных условиях и режимах его работы [9, 10]. Такое соотношение фактической и технически возможной величин

производительного времени работы оборудования показывает наличие резервов улучшения характеристик производственного цикла посредством более эффективной эксплуатации оборудования. Необходимость решения задачи повышения эффективности эксплуатации оборудования актуализируется современными тенденциями ужесточения конкуренции на рынках полезных ископаемых и нарастающим увеличением цены на покупку горного оборудования и материально-технических ресурсов для его эксплуатации. В частности, за последние 40 лет дефлированная¹ цена экскаваторов возросла более чем в 4 раза, стоимость ресурсов, необходимых для их эксплуатации, – в 5 раз.

Разработка критерия и показателей для обоснования концепции

Выявление возможностей повышения производительного времени работы оборудования показало, что работа оборудования на каждом этапе производственного цикла в среднем от 20 до 75% времени функционально взаимосвязана с работой оборудования смежных этапов цикла и обуславливается качеством их совместной работы (рис. 1). Вместе с тем, как правило, результаты работы всего оборудования технологического комплекса совместно не рассматриваются из-за функциональных особенностей выполняемой ими работы и отличающихся единиц измерений показателей объема выполненных работ. Автором предлагается в качестве показателя результативности системы эксплуатации технологического комплекса, позволяющего оценивать общий результат работы всего оборудования технологического комплекса, применять новый показатель – приведенная длительность производственного цикла (формула 1). Величина данного показателя определяется суммарным приведенным временем работы оборудования технологического комплекса, затрачиваемым на обеспечение прохода единицей полезного ископаемого всех производственных этапов от подготовки горной массы к выемке и заканчивая процессами складирования готовой продукции для последующей отгрузки потребителю.

Приведенная длительность производственного цикла ($T_{\Phi}^{пц}$) рассчитывается по формуле:

$$T_{\Phi}^{пц} = \frac{t_{\Phi}^{п}}{V}, \quad (1)$$

где: $t_{\Phi}^{п}$ – фактическая сумма приведенных машино-часов работы оборудования, задействованного на всех этапах производственного цикла, маш.-ч;

V – объем извлечения горной массы, включающий в себя пустую породу и полезное ископаемое, м³.

¹ Дефлирование – приведение финансовых показателей к уровню их величин в базовом периоде путем деления на накопленный базисный индекс инфляции

КОНТРОЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ:

Величина прибыли
предприятия и уровень
удовлетворенности
потребностей работников

Величина длительности
и себестоимости
производственного
цикла

Величина
производительного
времени работы
оборудования
технологического
комплекса

Результативность
взаимодействия
подсистемы технического
использования и
ремонтного
обслуживания

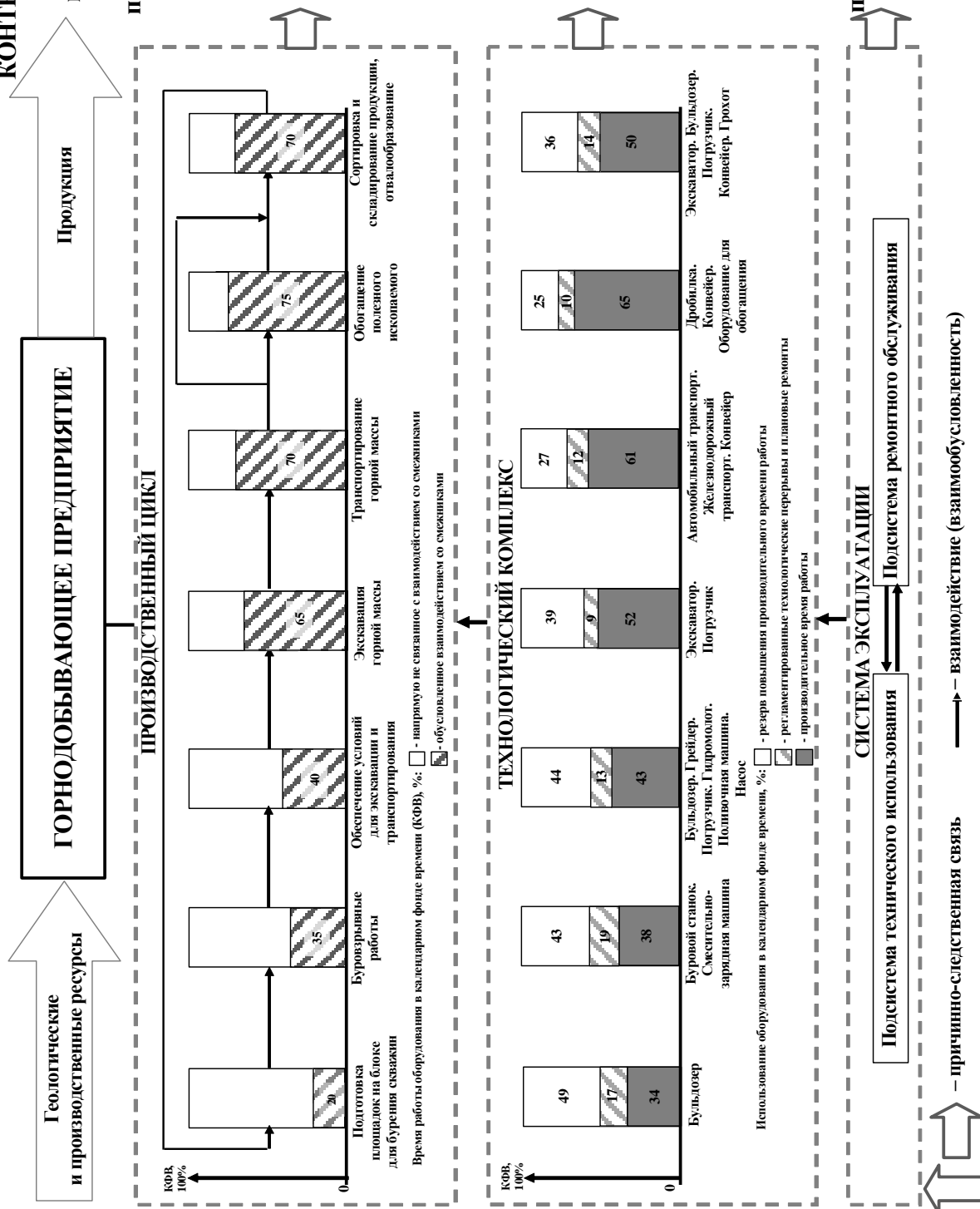


Рис. 1. Производственный цикл горнодобывающего предприятия открытого способа добычи
Fig. 1. The production cycle of an open pit mining enterprise

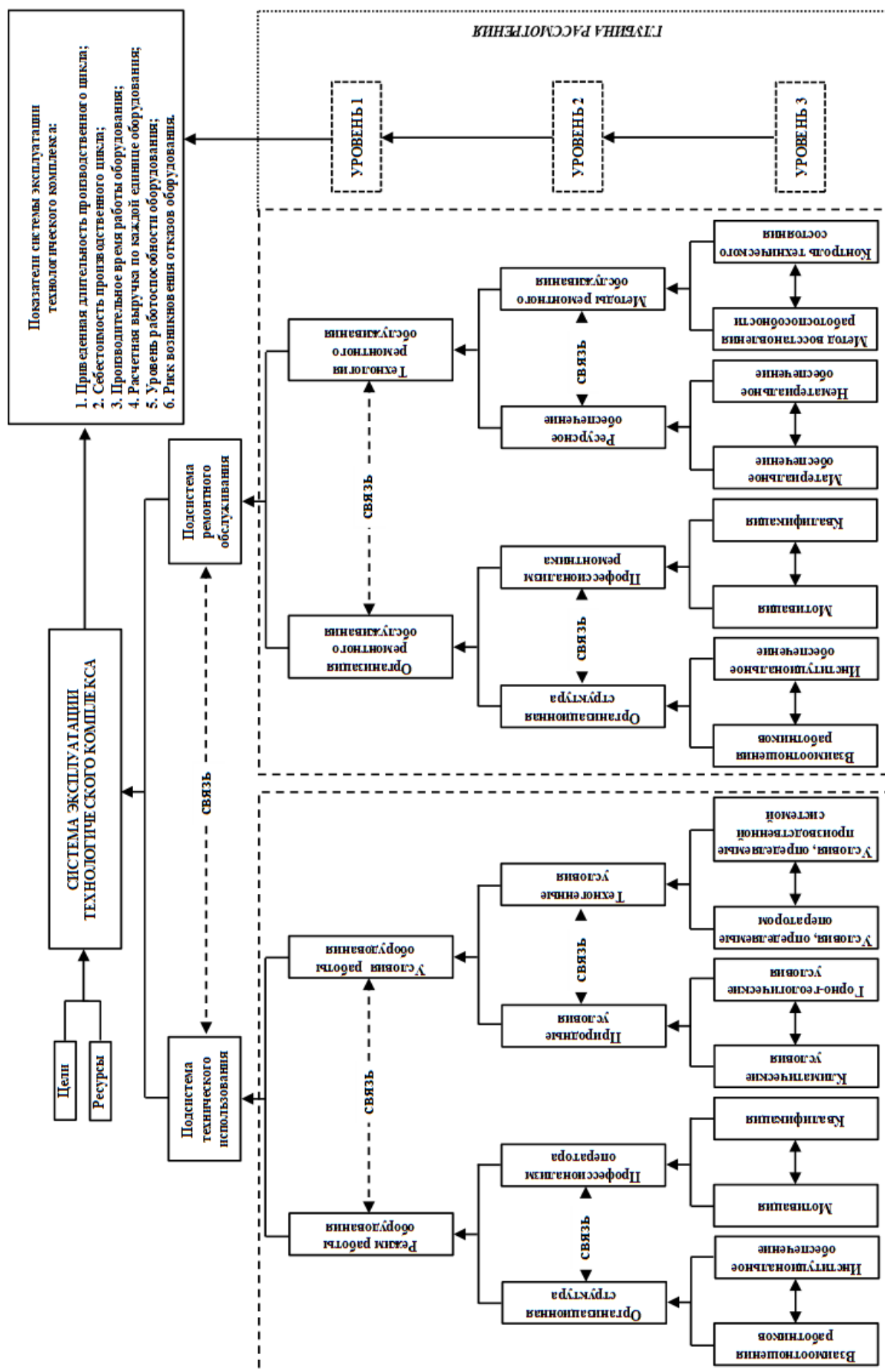


Рис. 2. Логические взаимосвязи в системе эксплуатации технологического комплекса [7, 8, 11, 12]
Fig. 2. Logical relationships in the operating system of the technological complex

а) при различных условиях и режимах работы

| | | РЕЖИМ РАБОТЫ | | |
|----------------|----------------------|--|--|---|
| | | Хороший | Удовлетворительный | Неудовлетворительный |
| УСЛОВИЯ РАБОТЫ | Хорошие | 256 руб/маш.-ч ЭШ-10/70 №188 Ек=10 (3,7%) | 283 руб/маш.-ч РН-2300 №411 ЭШ-10/70 №445 ЭКГ-8И №1016 Ек=34 (12,6%) | 487 руб/маш.-ч РН-2300 №499 Ек=16 (5,9%) |
| | Удовлетворительные | 295 руб/маш.-ч ЭШ-15/90 №88 ЭШ-15/90 №126 Ек=30 (11,1%) | 433 руб/маш.-ч РН-2300 №493 ЭКГ-12 №125 ЭКГ-4У №1312 ЭКГ-4,6 №7530 ЭШ-10/70 №154 Ек=46,6 (17,2%) | 745 руб/маш.-ч ЭШ-15/90 №127 ЭШ-12,5 №70 Ек=27,5 (10,2%) |
| | Неудовлетворительные | 542 руб/маш.-ч ЭКГ-20 №20 ЭКГ-12,5 №67 ЭКГ-5А №140 Ек=37,5 (13,8%) | 797 руб/маш.-ч РН-2300 №410 ЭКГ-8И №1350 ЭКГ-4У №217 Ек=28 (10,4%) | 1108 руб/маш.-ч РН-2300 №492 ЭШ-20/90 №42 ЭКГ-5А №12534 Ек=41 (15,1%) |

Ек – суммарная вместимость ковшей по группе экскаваторов

Условия эксплуатации: 1. Наличие негабаритов.
2. Ширина рабочей площадки.
3. Угол наклона рабочей площадки.

Режимы эксплуатации: 1. Соблюдение графика плановых ремонтов.
2. Квалификация машинистов экскаватора.

б) при различных организации и технологии ремонтного обслуживания

| | | ТЕХНОЛОГИЯ | | |
|-------------|----------------------|----------------|--------------------|----------------------|
| | | Хорошая | Удовлетворительная | Неудовлетворительная |
| ОРГАНИЗАЦИЯ | Хорошая | 147 руб/маш.-ч | 173 руб/маш.-ч | 206 руб/маш.-ч |
| | Удовлетворительная | 232 руб/маш.-ч | 301 руб/маш.-ч | 326 руб/маш.-ч |
| | Неудовлетворительная | 367 руб/маш.-ч | 433 руб/маш.-ч | 516 руб/маш.-ч |

Технология: 1. Диагностика неисправностей.
2. Метод ремонта.
3. Обкатка и контроль качества.

Организация: 1. Подготовка рабочего места (оснастка, запасные части).
2. Персональное нормирование, наряд-задание, сетевой план- график.
3. Мотивация и квалификация персонала.

Рис. 3. Величина финансовых затрат на ремонтное обслуживание экскаваторов разреза «Сибиргинский» (2005г.) [12]

Fig. 3. The amount of financial costs for repair maintenance of excavators of the Sibirginsky open-pit mine (2005)

Применение приведенных, а не фактических машино-часов работы оборудования технологического комплекса предлагается в связи с тем, что в производственном цикле задействованы различные виды и типы оборудования и суммирование фактических машино-часов работы всех единиц оборудования будет некорректным, поскольку не позволит учесть вклад более мощного оборудования в результаты производственного цикла по сравнению с менее мощным. Предлагается сумму приведенных машино-часов (t_{Φ}^n) рассчитывать по формуле:

$$t_{\Phi}^n = \sum_i^n T_{\Phi}^i \times \frac{A^i}{A^{max}}, \quad (2)$$

где: T_{Φ}^i – фактическое время технического использования i -й единицы оборудования за исключением времени на регламентированные технологические перерывы и ремонтное обслуживание, ч;

A^i – фактическая механическая работа, выполняемая i -й единицей оборудования, МДж;

A^{max} – максимальная механическая работа, выполняемая i -й единицей оборудования в технологическом комплексе, МДж.

Фактическое время технического использования (T_{Φ}^i) i -й единицы оборудования определяется по формуле:

$$T_{\Phi}^i = KФВ - T_{TP}^p - T_{PO}^p, \quad (3)$$

где: КФВ – календарный фонд времени, ч;

T_{TP}^p – регламентированное время технологических перерывов, необходимое для выполнения фактического объема работ, ч;

T_{PO}^p – регламентированное время ремонтного обслуживания, необходимое для выполнения фактического объема работ, ч.

Механическая работа (A^i), выполненная i -й единицей оборудования, определяется по формуле:

$$A^i = N_{дв}^i \times \eta_{дв}^i \times 3,6, \quad (4)$$

где: $N_{дв}^i$ – эксплуатационная мощность, которую двигатель развивает большую часть времени своей работы при фактических условиях и режимах работы на i -й единице оборудования, кВт;

$\eta_{дв}^i$ – коэффициент полезного действия двигателя i -й единицы оборудования;

3,6 – коэффициент перевода кВт в МДж.

Для оценки резервов сокращения приведенной длительности производственного цикла, освоение которых возможно посредством повышения производительного времени работы оборудования, разработана формула расчета потенциальной его длительности ($T_{\Pi}^{пц}$):

$$T_{\Pi}^{пц} = \frac{t_{\Phi}^n}{V}, \quad (5)$$

где: t_{Φ}^n – потенциальная сумма приведенных машино-часов работы оборудования, задействованных на всех этапах производственного цикла, маш.-ч.

Потенциальная сумма приведенных машино-часов работы оборудования (t_{Φ}^n) определяется по формуле:

$$t_{\Phi}^n = \sum_i^n T_{\Phi}^{пци} \times \frac{A^i}{A^{max}}, \quad (6)$$

где: $T_{\Phi}^{пци}$ – фактическое производительное время технического использования i -й единицы оборудования, ч; оно для каждого вида оборудования определяется на основе расчета времени, которое потребовалось бы затратить на выполнение произведенного оборудованием объема работы при рациональных условиях и режимах его работы [9].

Применение предложенных формул позволяет оценивать общую эффективность использования всех затрачиваемых машино-часов оборудования в

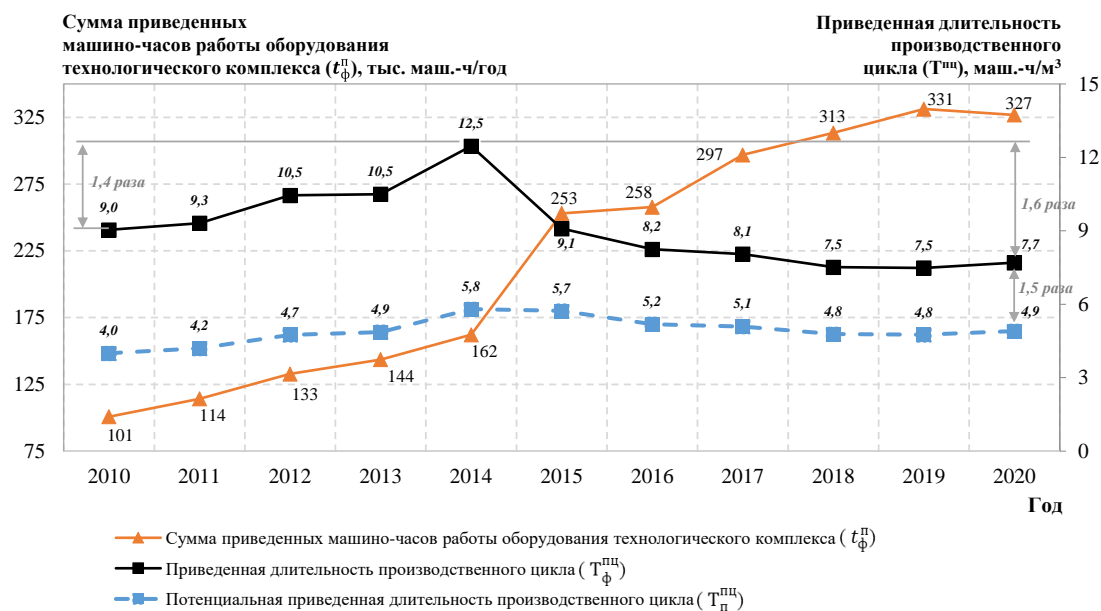


Рис. 4. Продолжительность работы технологического комплекса и приведенная длительность производственного цикла на разрезе «Черногорский»
 Fig. 4. The duration of the technological complex and the reduced duration of the production cycle at the open pit «Chernogorsky»

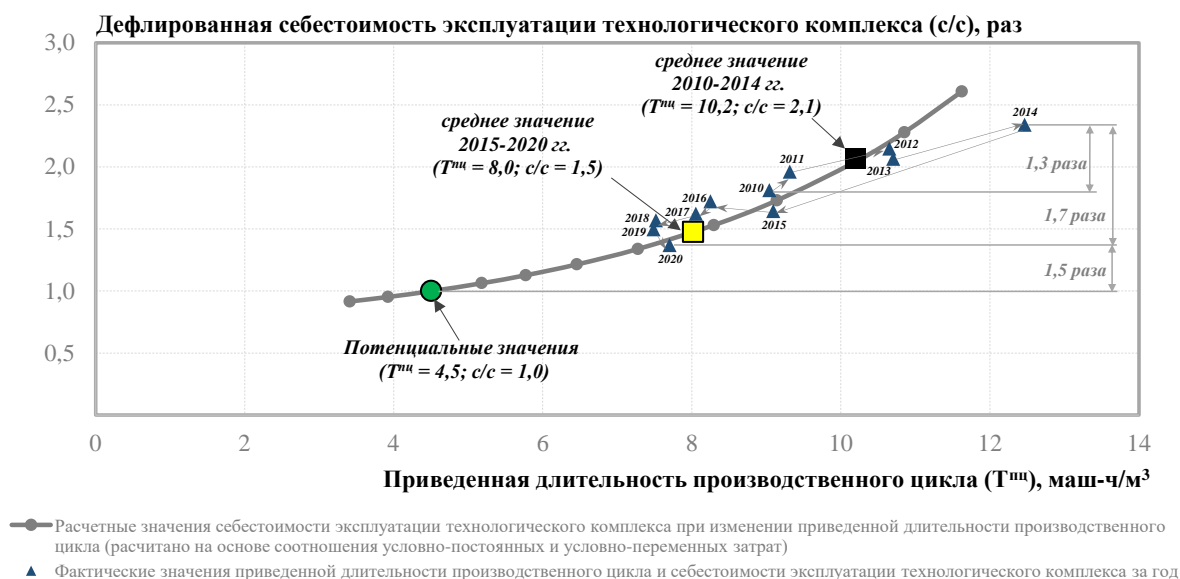


Рис. 5. Зависимость себестоимости эксплуатации технологического комплекса от приведенной длительности производственного цикла на разрезе «Черногорский»
 Fig. 5. Dependence of the operating cost of the technological complex on the reduced duration of the production cycle at the «Chernogorsky» open pit

технологическом комплексе и приведенную длительность производственного цикла горнодобывающих предприятий, а также резервы сокращения приведенной длительности вне зависимости от технологии разработки месторождения и применяемых видов оборудования.

Изучение примеров сокращения приведенной длительности производственного цикла показало, что этот процесс может сопровождаться повышением себестоимости эксплуатации технологического комплекса из-за роста количества отказов оборудования, обусловливаемого несоответствием

производительности оборудования условиям его работы и результатам ремонтного обслуживания [5-8, 11]. Факторный и структурно-функциональный анализ системы эксплуатации технологического комплекса позволили выявить и уточнить ряд логических взаимосвязей условий и режимов работы оборудования, организации и технологии ремонтного обслуживания с приведенной длительностью и себестоимостью производственного цикла горнодобывающего предприятия, представленных на рисунке 2.

Таблица 1. Концептуальное представление системы эксплуатации оборудования.

Table 1. Conceptual representation of the equipment operation system.

| Традиционное | Предлагаемое |
|--|---|
| Предназначение системы эксплуатации | |
| Обеспечение воспроизводства производственного цикла в рамках финансового бюджета, формируемого с учетом установившейся структуры затрат и индекса инфляции | Обеспечение воспроизводства, управление приведенной длительностью и себестоимостью производственного цикла |
| Структура системы эксплуатации | |
| Конфликтно-компромиссно взаимодействующие подсистемы технического использования и ремонтного обслуживания оборудования | Комплементарные подсистемы технического использования и ремонтного обслуживания оборудования в границах всего производственного цикла |
| Механизм реализации предназначения системы эксплуатации | |
| Управление параметрами парка оборудования: изменение его единичной мощности, количества, особенностей конструкций | Управление параметрами подсистемы технического использования и ремонтного обслуживания: создание рациональных условий и режимов работы оборудования, а также организации и технологии обеспечения его работоспособности |
| Взаимодействие подсистем технического использования и ремонтного обслуживания оборудования | |
| Взаимодействие подсистем характеризуется доминированием одной из подсистем и последующей адаптацией деятельности другой подсистемы | Взаимосоответствующее и взаимодополняющее взаимодействие подсистем |
| Результат системы эксплуатации | |
| Выполнение плановых объемов производства в рамках сформированного финансового бюджета | Выполнение плановых объемов производства при рациональном использовании ресурсов |

В качестве подтверждения логических взаимосвязей представлены результаты оценки влияния условий и режимов работы экскаваторов, организации и технологии их ремонтного обслуживания на величину финансовых затрат на ремонтное обслуживание этого оборудования (рис. 3) [12].

Изменение условий и режимов работы оборудования, технологии и организации ремонтного обслуживания для снижения фактической приведенной длительности производственного цикла и его себестоимости по своему существу представляет результат деятельности, направленной на повышение взаимосоответствия и взаимодополнения между подсистемами технического использования и ремонтного обслуживания оборудования [13]. Взаимосоответствие характеризует уровень развития подсистем по отношению друг к другу и к объекту воздействия, а взаимодополнение подсистем – согласованность и результативность их взаимодействия. Взаимосоответствие и взаимодополнение являются ключевыми характеристиками свойства комплементарности систем, которое предлагается использовать в качестве критерия результативности развития системы эксплуатации технологического комплекса [14, 15].

В качестве показателя, характеризующего уровень комплементарности взаимодействия подсистем технического использования и ремонтного обслуживания оборудования, автором предлагается применять разработанный коэффициент комплементарности (K_v^p) этих подсистем:

$$K_v^p = \min \left[\frac{K_{ти}^p}{K_{ро}^p}; \frac{K_{ро}^p}{K_{ти}^p} \right] \times K_{ти}^p \times K_{ро}^p, \quad (7)$$

где: $\min \left[\frac{K_{ти}^p}{K_{ро}^p}; \frac{K_{ро}^p}{K_{ти}^p} \right]$ – условие оценки уровня взаимосоответствия подсистемы технического использования и ремонтного обслуживания оборудования;

$K_{ти}^p \times K_{ро}^p$ – условие оценки уровня взаимодополнения;

$K_{ти}^p$ – коэффициент результативности подсистемы технического использования оборудования;

$K_{ро}^p$ – коэффициент результативности подсистемы ремонтного обслуживания оборудования.

$$K_{ти}^p = \frac{T_{п}^{пти}}{T_{ф}^{пти}}, \quad (8)$$

где: $T_{ф}^{пти}$, $T_{п}^{пти}$ – соответственно, фактическое и потенциальное производительное время технического использования оборудования, ч.

$$K_{ро}^p = \frac{T_{п}^{про}}{T_{ф}^{про}}, \quad (9)$$

где: $T_{п}^{про}$, $T_{ф}^{про}$ – соответственно, потенциальное и фактическое производительное время ремонтного обслуживания оборудования, ч. Под потенциальным производительным временем ремонтного обслуживания оборудования понимается время, в течение которого этот процесс возможно выполнять с рациональными параметрами [11].

Возможности применения разработанных критерия и показателей на практике

В качестве примера на рисунках 4 и 5 с применением разработанных критерия и показателей рассмотрены результаты деятельности динамично развивающегося отечественного угледобывающего предприятия – разреза «Черногорский» ООО «СУ-ЭК-Хакасия». Рассматриваемое предприятие последние 10 лет характеризуется непрерывным ростом объема добычи полезного ископаемого и из-

менением структуры парка технологического комплекса. С применением показателя результативности системы эксплуатации технологического комплекса (формула 1) было установлено, что в период 2010-2014 гг. произошло увеличение величины приведенной длительности производственного цикла в 1,4 раза и себестоимости эксплуатации технологического комплекса оборудования в 1,3 раза. Выявленный рост значений данных показателей был связан с тем, что увеличение объема добычи обеспечивалось преимущественно изменением структуры парка технологического комплекса: повышением эксплуатационной мощности и количества оборудования на горных работах без значительных изменений параметров подсистем технического использования и ремонтного обслуживания оборудования. В период 2015-2020 гг. произошло снижение величины приведенной длительности производственного цикла в 1,6 раза и себестоимости эксплуатации технологического комплекса оборудования в 1,7 раза. Данный результат был достигнут благодаря тому, что на разрезе реализовывались изменения системы эксплуатации технологического комплекса, заключающиеся в повышении уровня взаимосоответствия и взаимодополнения условий и режимов его работы в подсистеме технического использования, а также организации и технологии обеспечения работоспособности в подсистеме ремонтного обслуживания.

Расчет коэффициента комплементарности подсистемы технического использования и ремонтного обслуживания оборудования (формула 7) показал, что в период 2015-2020 гг. было обеспечено повышение значения этого коэффициента в 13,3 раза с 0,03 до 0,40 при максимально возможном его значении, равном 1,0. С применением разработанных критерия и показателей выявлено, что на разрезе «Черногорский» при существующем парке оборудования на основе дальнейшего повышения уровня комплементарности подсистем его технического использования и ремонтного обслуживания возможно сократить приведенную длительность производственного цикла еще в 1,6 раза и себестоимость эксплуатации технологического комплекса оборудования в 1,5 раза по отношению к достигнутым результатам 2020 г.

Концептуальное представление системы эксплуатации технологического комплекса горнодобывающего предприятия

Осмысление опыта развития системы эксплуатации технологического комплекса разреза «Черногорский» и ряда других передовых предприятий по сокращению приведенной длительности и себестоимости производственного цикла позволило провести качественную оценку ключевых характеристик системы эксплуатации технологического комплекса, которая обеспечивает повышение эффективности, надежности и безопасности производственного цикла горнодобывающего предприятия. В таблице 1 данные характеристики системы эксплуатации сопоставлены с наиболее распространенными на отечественных горнодобывающих предприятиях

характеристиками системы эксплуатации оборудования.

Выводы

Таким образом, разработанные критерий и показатели, выявленные логические взаимосвязи в системе эксплуатации технологического комплекса, ее качественные характеристики, методы и механизм повышения уровня взаимосоответствия и взаимодополнения подсистем технического использования и ремонтного обслуживания оборудования легли в основу разработанной концепции развития системы эксплуатации технологического комплекса горнодобывающего предприятия. Суть концепции заключается в обеспечении и поддержании комплементарности подсистем технического использования и ремонтного обслуживания оборудования, обеспечивающей рациональное использование трудовых, материально-технических, энергетических и финансовых ресурсов в процессе эксплуатации технологического комплекса, а также достижение требуемого для устойчивого генерирования прибыли предприятия и удовлетворения потребностей его работников уровня эффективности, надежности и безопасности осуществления производственного цикла.

Практическими результатами подтверждено, что применение концепции на горнодобывающем предприятии позволит посредством повышения взаимосоответствия и взаимодополнения условий и режимов работы оборудования, а также организации и технологии его ремонтного обслуживания обеспечивать снижение фактической приведенной длительности и себестоимости производственного цикла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Килин А. Б., Азев В. А., Костарев А. С., Бавев И. А., Галкина Н. В. Эффективное развитие угледобывающего производственного объединения: практика и методы (под ред. В.Б. Артемьева). М.: Издательство «Горная книга», 2019. 280 с.
2. Михальченко В. В., Рубаник Ю. Т. Управление длительностью технологического цикла предприятия открытой угледобычи // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2020. № 4. С. 60-67.
3. Волочиенко В. А., Серышев Р. В. Логистика производства. Теория и практика: учебное пособие для магистров. М.: Издательство Юрайт, 2015. 454 с.
4. Организация производства и менеджмент: учебное пособие (под ред. О. Н. Герасиной). М.: МГИУ. 2010. 204 с.
5. Кукаренко А. И., Ломовцев В. В., Дьяконов А. В., Шестаков И. Г., Хажиев В. А. Роль организации производства при техническом перевооружении // Уголь. 2011. № 6. С. 70-72.
6. Алексеенко В. Б. Концепция развития функционала линейных инженерно-технических работников // Изв. вузов. Горный журнал. 2018. №6. С. 93-98. DOI: 10.21440/0536-1028-2018-6-93-98.

7. Азев В.А. Формирование комплексной системы планирования и организации производства в угледобывающем производственном объединении // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. №5. С. 164-172.

8. Яковлев В. Л., Килин А. Б., Азев В. А., Шаповаленко Г. Н. Развитие организационно-технологической структуры горнодобывающего предприятия в условиях переходных процессов // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. №12 (спец. выпуск №34). С. 8-19.

9. Галкин В. А., Макаров А. М., Захаров С. И., Полещук М. Н. Методика расчета резерва рабочего времени персонала угледобывающего предприятия для его развития // Известия УГГУ. 2019. №2. С. 134-145.

10. Алексеенко В. Б. Совершенствование организационной структуры подразделений горного предприятия в условиях изменения спроса на продукцию: автореф. ... дис. канд. техн. наук. Екатеринбург. 2020. 21 с.

11. Хажиев В. А. Оценка влияния эксплуатационных факторов на эффективность использова-

ния экскаваторов-мехлопат на угольных разрезах // Горное оборудование и электромеханика: научно-аналитический и производственный журнал. 2009. №6. С. 21-26.

12. Слюньков В. Н., Андреева Л. И., Довженко А. С. Показатели функционирования системы обеспечения работоспособности горного оборудования // Уголь, специальный выпуск. М.: 2008. С. 77-78.

13. Азев В. А., Шаповаленко Г. Н., Андреева Л. И. и др. Концепция развития системы обеспечения работоспособности горнотранспортного оборудования угледобывающего объединения на примере ООО «СУЭК-Хакасия» // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. Отдельный выпуск № 45-2. С. 276-287.

14. Тахтаджян А. Л. Principia tectologica. Принципы организации и трансформации сложных систем: эволюционный подход. Изд. 2-е, доп. и перераб. СПб.: Издательство СПХФА. 2001. 121 с.

15. Полещук М. Н. Оценка социально-трудовых отношений инновационных групп угледобывающего предприятия // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. №4. С. 398-403.

© 2022 Автор. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов

Об авторе:

Хажиев Вадим Асламович, заведующий лабораторией эффективной эксплуатации оборудования, Научно-исследовательский институт эффективности и безопасности горного производства (454092, Россия, г. Челябинск, ул. Энтузиастов, 30, оф.717), кандидат технических наук, доцент, vadimkhazhiev@gmail.com

Заявленный вклад автора:

Хажиев В.А. – постановка исследовательской задачи; научный менеджмент; обзор соответствующей литературы; концептуализация исследования; написание текста, сбор и анализ данных; обзор соответствующей литературы; выводы; написание текста.

Автор прочитал и одобрил окончательный вариант рукописи.

DOI: 10.26730/1816-4528-2022-2-3-13

Vadim A. Khazhiev, C. Sc. in Engineering

Research Institute for the Efficiency and Safety of Mining, 454092, Russia, Chelyabinsk, st. Enthusiasts, 30, office 717

E-mail: vadimkhazhiev@gmail.com

THE CONCEPT OF DEVELOPMENT OF THE OPERATION SYSTEM OF THE TECH-NOLOGICAL COMPLEX OF THE MINING ENTERPRISE

Abstract.

The article presents the concept of development of the operating system of the technological complex of the mining enterprise. The essence of the concept is to ensure the complementarity of subsystems for the technical use and repair maintenance of equipment, which makes it possible to rationally use labor, material, technical, energy and financial resources in the process of operating the technological complex, as well as to achieve



Article info

Received:

02 September 2021

Accepted for publication:

20 October 2021

Accepted:

15 January 2022

Keywords: development, complementarity, efficiency, operation system, technological complex, technical use, repair service, production cycle, reduced cycle time, production cycle prime cost.

the required for sustainable generation of enterprise profit and satisfaction the needs of its employees the level of efficiency, reliability and safety of the implementation of the production cycle. It is substantiated that it is expedient to use a new indicator - the reduced duration of the production cycle - as an indicator of the effectiveness of the operating system of the technological complex, which makes it possible to evaluate the overall result of the operation of all equipment of the technological complex. The reduced duration of the production cycle is determined by the total reduced operating time of the equipment of the technological complex, spent on the passage of a unit of production of a mining enterprise through all technological stages of the production cycle until the stage of readiness for shipment to the consumer. To implement the developed concept for the development of the operating system of the technological complex of a mining enterprise, a number of logical relationships were determined between the conditions and modes of operation of equipment, the organization and technology of repair maintenance with the reduced duration and cost of the production cycle of a mining enterprise. From the standpoint of the proposed concept, the results of the activities of a dynamically developing domestic coal mining enterprise - the Chernogorsky open pit of LLC SUEK-Khakassia for 2010-2020 are considered.

For citation: Khazhiev V.A. The concept of development of the operation system of the technological complex of the mining enterprise. Mining Equipment and Electromechanics, 2022; 2(160):3-13 (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1816-4528-2022-2-3-13

REFERENCES

1. Kilin A. B., Azev V. A., Kostarev A.S., Baev I. A., Galkina N. V. Effective development of a coal mining production association: practice and methods (ed. V.B. Artemieva). M.: Publishing house «Gornaya kniga»; 2019. 280 p.
2. Mikhilchenko V. V., Rubanik Y. T. Management of the duration of the technological cycle of an open-pit coal mining enterprise. *Bulletin of the Kuzbass State Technical University*. 2020; 4:60-67.
3. Volochienko V. A., Seryshev R. V. Production logistics. Theory and Practice: A Study Guide for Masters. M.: Yurayt Publishing House; 2015. 454 p.
4. Organization of production and management: textbook (ed. H.E. Gerasina). M.: MGIU; 2010. 204 p.
5. Kukarenko A. I., Lomovtsev V. V., Dyakonov A. V., Shestakov I. G., Khazhiev V. A. The role of production organization in technical re-equipment // *Coal*. 2011. 6. P. 70-72.
6. V. B. Alekseenko. The concept of development of the functional of linear engineering and technical workers. *Izv. universities. Mining magazine*. 2018. 6. P. 93-98. DOI: 10.21440/0536-1028-2018-6-93-98.
7. Azev V.A. Formation of an integrated system of planning and organization of production in a coal mining production association // *Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal)*. 2016. 5. P. 164-172.
8. Yakovlev V. L., Kilin A. B., Azev V. A., Shapovalenko G. N. Development of the organizational and technological structure of a mining enterprise in conditions of transient processes. *technical journal*. 2016. 12 (special issue №34). P. 8-19.
9. Galkin V. A., Makarov A. M., Zakharov S. I. et al. Methodology for calculating the reserve of working time of the staff of a coal mining enterprise for its development // *Proceedings of the USMU*. 2019; 2:134-145.
10. Alekseenko V. B. Improvement of the organizational structure of the divisions of a mining enterprise in the face of changing demand for products: author. ... Dis. PhD. Ekaterinburg, 2020. 21 p.
11. Khazhiev V. A. Assessment of the influence of operating factors on the efficiency of using shovel excavators in coal mines. *Mining equipment and electromechanics: scientific-analytical and production journal*. 2009; 6:21-26.
12. Slyunkov V. N., Andreeva L. I., Dovzhenok A. S. Indicators of the functioning of the system for ensuring the operability of mining equipment // *Coal special issue*. M.: 2008. P. 77-78.
13. Azev V. A., Shapovalenko G. N., Andreeva L. I. et al. The concept of development of a system for ensuring the operability of mining and transport equipment of a coal mining association on the example of LLC SUEK-Khakassia. *Mining information and analytical bulletin*. 2015; Separate issue 45-2:276-287.
14. Takhtadzhyan A. L. Principia tectologica. Principles of organization and transformation of complex systems: an evolutionary approach. Ed. 2nd, add. and revised SPb: Publishing house SPKhFA; 2001. 121 p.
15. Poleshchuk M. N. Assessment of social and labor relations of innovative groups of a coal-mining enterprise. *Mining information and analytical bulletin*. 2009; 4:398-403.

© 2022 The Author. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The author declare no conflict of interest.

About the author:

Vadim A. Khazhiev, head of the laboratory for effective equipment operation, Research Institute for the Efficiency and Safety of Mining, (454092, Russia, Chelyabinsk, st. Enthusiasts, 30, office 717.), C. Sc. in Engineering, vadimkhazhiev@gmail.com

Contribution of the authors:

Vadim A. Khazhiev – research problem statement; scientific management; reviewing the relevant literature; conceptualisation of research; writing the text, data collection; data analysis; reviewing the relevant literature; drawing the conclusions; writing the text.

Author have read and approved the final manuscript.

