



ГЕОТЕХНОЛОГИЯ, ГОРНЫЕ МАШИНЫ/GEOTECHNOLOGY, MINING MACHINES

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.27> EDN: JALPKF

СРАВНЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДЛАГАЕМЫХ СТРУННЫХ ГРОХОТОВ

Научная статья

Игнатова О.С.^{1,*}, Демченко И.И.², Брагин В.И.³¹ ORCID : 0009-0002-2870-3966;² ORCID : 0009-0009-5103-4773;³ ORCID : 0000-0001-5487-7789;^{1,2,3} Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (ignatova.ol[at]mail.ru)

Предложена: 12.03.2026; Принята: 01.06.2026; Опубликовано: 17.06.2026

Аннотация

Возрастающая роль угля как одного из основных энергоносителей, а также рост его потребления привели к необходимости пересмотра сортирующих устройств с целью выбора и создания оптимального оборудования, позволяющего отсортировать рядовой уголь при минимуме затрат и обеспечивающего требуемую производительность. Наиболее простыми и недорогими сортирующими устройствами являются бесприводные струнные и колосниковые грохоты. В связи с этим в статье рассмотрены преимущества использования струнных грохотов для сортировки рядового угля и приведена экономическая оценка эффективности их применения по сравнению с другими грохотами. В основу методики положен расчет и анализ основных экономических показателей для оценки технико-экономической эффективности применения струнных грохотов.

Ключевые слова: струнный грохот, уголь, изготовление, затраты, экономическая эффективность.

COMPARISON OF THE TECHNICAL AND COST-EFFECTIVENESS OF THE PROPOSED HARP SCREENS

Research article

Ignatova O.S.^{1,*}, Demchenko I.I.², Bragin V.I.³¹ ORCID : 0009-0002-2870-3966;² ORCID : 0009-0009-5103-4773;³ ORCID : 0000-0001-5487-7789;^{1,2,3} Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

* Corresponding author (ignatova.ol[at]mail.ru)

Suggested: 12.03.2026; Accepted: 01.06.2026; Published: 17.06.2026

Abstract

The growing role of coal as one of the main energy sources, as well as the rise in its consumption, has led to the need to review sorting equipment in order to select and develop the most suitable machinery capable of sorting standard coal at minimum cost and ensuring the required productivity. The simplest and most cost-effective sorting devices are non-driven harp and grizzly screens. In this regard, the article examines the advantages of using harp screens for sorting through coal and provides an economic assessment of their effectiveness compared with other types of screens. The methodology is based on the calculation and analysis of key economic indicators to evaluate the technical and economic efficiency of using harp screens.

Keywords: harp screen, coal, manufacturing, costs, cost-effectiveness.**Введение**

Разделение угля на классы крупности (сортировка) является прогрессивным технологическим способом, позволяющим значительно понизить производственные затраты, а в некоторых случаях и увеличить качество конечного продукта. Для получения сортового угля применяют различные типы грохотов, которые являются незаменимым оборудованием на обогатительных фабриках, а также входят в состав дробильно-сортировочных комплексов на горнодобывающих предприятиях [1], [2], [3].

В настоящее время при рассортировке угля по классам крупности применяют инерционные и самобалансные грохоты, которые повышают стоимость сортового топлива. Вместе с тем потенциал струнных и колосниковых грохотов, использующих гравитационный метод рассортировки и характеризующийся простотой и дешевизной полученного продукта, далеко не исчерпан [4], [5].

Достоинствами гравитационных грохотов являются простота конструкции и отсутствие привода при осуществлении операции сортировки. Недостатками — невысокое качество при рассортировке. Поэтому создание новых конструкций гравитационных грохотов и совершенствование существующих для повышения качества сортировки имеет большое значение [6].

Целью данной работы является проведение оценки технико-экономической эффективности применения предлагаемых, новых струнных грохотов СГ и ССГ и анализ основных экономических показателей, а также их сравнение с традиционно применяемыми инерционными грохотами.

Методы и принципы исследования

В Сибирском федеральном университете разработаны модели струнного (СГ) и струнного ступенчатого (ССГ) грохотов для сортировки угля, защищенные патентами России [7], [8] отличающиеся простотой конструкций (рис. 1, 2).



Рисунок 1 - Модель струнного грохота (вид сбоку)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.27.1>

Примечание: 1 – загрузочный бункер; 2 – передняя стенка; 3 – просеивающие секции; 4 – приемные бункеры

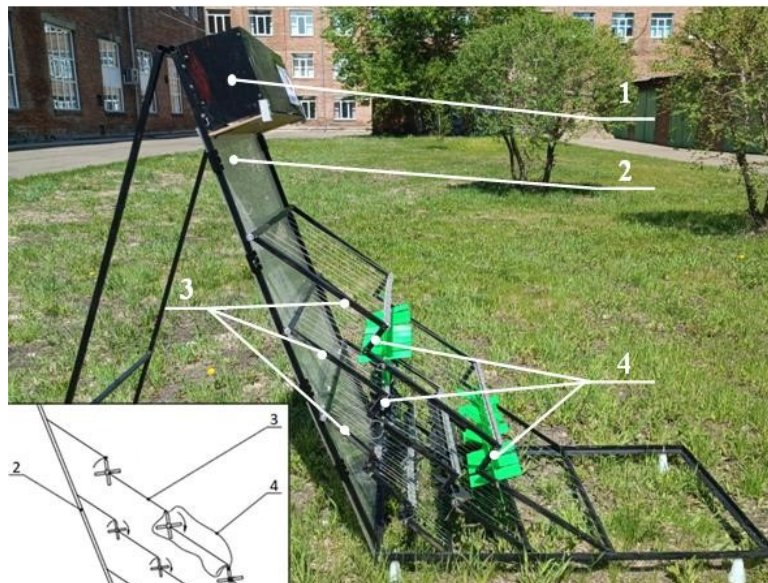


Рисунок 2 - Модель струнного ступенчатого грохота (вид сбоку)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.27.2>

Примечание: 1 – загрузочный бункер; 2 – передняя стенка; 3 – просеивающие секции; 4 – ступени на просеивающих секциях

Для оценки технико-экономической эффективности применения струнных грохотов СГ и ССГ проведен анализ основных экономических показателей и сравнение их с традиционно применяемыми инерционными грохотами.

Струнный и струнный ступенчатый грохоты включают в себя элементы: загрузочный бункер, переднюю стенку, просеивающие секции, кантователи с осями, приемные бункеры, кожуха, комплектующие.

Для определения общей суммы капитальных вложений необходимо знать расходы на изготовление каждого элемента СГ и ССГ, которые определяются по формуле:

$$C_{эл} = S \cdot Ц_{м}, \quad (1)$$

где S — площадь элемента грохота, m^2 ;

C_m — цена за материал, руб/ m^2 .

Для изготовления загрузочного бункера и передней стенки предлагаемых струнных грохотов используется прокат из стали марки 45 с толщиной 12 мм и 20 мм соответственно (ГОСТ 19903-2015). Площадь поверхности загрузочного бункера $S_{з.б.} = 3,3 m^2$, стоимость материала для его изготовления $C_{м.б.} = 5932$ руб/ m^2 . Площадь передней стенки $S_{п.с.} = 7,12 m^2$, стоимость материала для ее изготовления $C_{м.с.} = 5175,18$ руб/ m^2 .

Таким образом, общая стоимость изготовления загрузочного бункера ($C_{з.б.}$) и передней стенки ($C_{п.с.}$) составит:

$$C_{1об} = C_{з.б.} + C_{п.с.} = 19575,6 + 36847,28 = 56422,88 \text{ руб.}$$

Для изготовления просеивающих секций используются стальные прутки (ГОСТ 2590-2006), а для рам — стальные равнополочные уголки из стали марки 45 (ГОСТ 8509-93).

На изготовление первой секции используется прутки диаметром $d=10$ мм по цене 28 руб/м и уголки 35x35x3 по стоимости 124 руб/м.

Конструкция просеивающей поверхности струнного ступенчатого грохота предполагает наличие ступеней (рис. 2), что повлечет за собой увеличенный расход стальных прутков.

Для изготовления кантователей используются полые трубки из стали марки 45, к которым привариваются лопатки с шириной от 5 до 12 мм (в зависимости от секции).

Кантователи крепятся на специальные оси, которые представляют собой цельные прутки различного диаметра, длина которых определяется шириной внешнего контура просеивающих секций.

Для изготовления кантователей на второй секции используются трубки кантователей с внешним диаметром $d_{мп} = 25$ мм и толщиной стенки 2 мм, лопатки кантователей с длиной $l_n = 100$ мм и шириной $b_n = 40$ мм, оси диаметром $d_o = 20$ мм.

Для изготовления приемных бункеров используется сталь марки Ст3 с толщиной 5 мм ($C_{ст} = 2590$ руб/м) [9].

Для изготовления кожухов используется луженая жечь с толщиной 0,25 мм ($C_{ж} = 850$ руб/ m^2) [9].

Стоимость изготовления приемных бункеров ($C_{п.б.}$) и кожухов ($C_{к.}$) определяется по формуле 1. Общая стоимость этих элементов составит:

$$C_{2об} = C_{п.б.} + C_{к.} = 33411 + 1869,78 = 35280,78 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения на материалы для изготовления струнного и струнного ступенчатого грохотов составили 360017 руб. и 362643 руб. соответственно.

Для изготовления струнного и струнно-ступенчатого грохотов потребуется 2 рабочих – слесарь и сварщик. Баланс их рабочего времени включает:

- 1) календарный фонд — 28 дней, из них выходные — 8 дней;
- 2) средняя продолжительность смены — 8 часов.

Максимально возможный фонд рабочего времени составит 160 часов.

Фонд заработной платы рабочих, занятых изготовлением СГ и ССГ (слесарь и сварщик), с учетом тарифной ставки 2000 руб/день и премии 16000 руб. (40% от тарифного фонда), составит 56000 руб/чел.

Общий фонд оплаты труда (ФОТ) для изготовления одного грохота составляет 112000 рублей.

Капитальные вложения на материалы и изготовление СГ и ССГ, с учетом заработной платы рабочих, отчислений в ФСС (30,2% от ФОТ), прочих накладных расходов (25% от ФОТ) составляет 533842 руб. (для СГ) и 536467 руб. (для ССГ).

Для оценки экономической эффективности применения струнных грохотов (СГ и ССГ) сравним их с уже имеющимися грохотами ГИЛ-43 (грохот инерционный легкий), ГИС-42 (грохот инерционный самобалансный) [10].

Технические и эксплуатационные характеристики сравниваемых грохотов приведены в табл. 1.

Таблица 1 - Технические и эксплуатационные характеристики грохотов

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.27.3>

Показатель	Модель грохота			
	СГ	ССГ	ГИЛ-43	ГИС-42
Производительность, $m^3/час$	100			
Число ярусов (просеивающих поверхностей)	от 1 до 6	от 1 до 6	3	2
Наибольший размер куска исходного материала, мм	250 - 300	250 - 300	150	200
Угол наклона просеивающей поверхности, град	30 - 50	30 - 50	10-20	10-25
Мощность электродвигателя,	-	-	7,5	11

Показатель	Модель грохота			
	СГ	ССГ	ГИЛ-43	ГИС-42
кВт				
Габаритные размеры грохота, Д*Ш*В, мм	3700*2200*4990	3700*2200*5080	4880*2220*1500	5175*2900*1330
Стоимость грохота, руб.	533842	536467	720000*	932000*

Примечание: при сравнении стоимости грохотов не включена стоимость изготовления загрузочных бункеров ГИЛ-43 и ГИС-42

Внедрение рассмотренных моделей грохотов в производственный процесс связано с эксплуатационными расходами на грохочение (сортировку) угля, которые включают: годовую заработную плату обслуживающего персонала; годовые расходы на ремонт и содержание оборудования; годовые расходы на электроэнергию; амортизационные расходы.

Годовая заработная плата определяется в зависимости от режима работы конкретного предприятия, для расчета возьмем средние значения фонда времени и прерывный режим работы. Баланс рабочего времени одного рабочего включает: календарный фонд — 365 дней; невыходы по графику — 105 дней; праздники — 8 дней; номинальный фонд рабочего времени — 247 дней; невыходы на работу по причине, в т.ч. отпуск — 54 дня, учебный отпуск — 3 дня, по болезни — 8 дней, выполнение государственных и общественных обязанностей — 1 день. Эффективный фонд рабочего времени составит 181 день. Средняя продолжительность смены — 12 часов. Максимально возможный фонд рабочего времени — 2172 часа (коэффициент списочного состава — 1,36).

Для обслуживания единицы оборудования (СГ, ССГ), так же как и для обслуживания ГИЛ, ГИС требуется один рабочий — грохотовщик. При двухсменном графике работы явочная численность составит 2 чел., а списочная численность — 3 человека.

Расчет годовой заработной платы, с учетом списочной численности, будет складываться из тарифного фонда — 2172000 руб. (тарифная ставка — 4000 руб/день, фонд рабочего времени — 181 день); премии (40%) — 868800 руб.; доплаты за работу в вечернее и ночное время (20%) — 434400 руб.

Итого годовой фонд заработной платы составит 3475200 руб.

Годовые расходы на ремонт и содержание на каждом предприятии варьируются и зависят от срока эксплуатации и коэффициента работы грохота [11]. При использовании новой техники затраты на ремонт принимаются в пределах 5–15% от закупочной стоимости оборудования [12].

Годовые расходы на электроэнергию для грохотов ГИЛ и ГИС определяются по формуле [13]:

$$E = N_{дв} t_p k_M s, \quad (2)$$

где $N_{дв}$ — мощность электродвигателя (табл. 2), кВт;

t_p — фонд времени работы оборудования, ч (формула 3);

k_M — коэффициент загрузки двигателя, $k_M = 0,9$;

s — стоимость 1 кВт/ч потребленной электроэнергии ($s = 5,83$ руб/кВт*ч) [14].

Фонд времени работы оборудования определяется по формуле:

$$t_p = T_{эф} \cdot t_{см} \cdot n, \quad (3)$$

где $T_{эф}$ — эффективный фонд рабочего времени, ч;

$t_{см}$ — продолжительность смены, ч;

n — количество смен.

Таким образом, фонд времени работы оборудования составит 4344 часа. Годовые расходы на электроэнергию для ГИЛ-43 ($N_{дв} = 7,5$ кВт, потребляемая электроэнергия — 32580 кВт) составят 170947,3 руб. Годовые расходы на электроэнергию для ГИС-42 ($N_{дв} = 11$ кВт, потребляемая электроэнергия — 47784 кВт) составят 250722,6 руб.

Величина амортизационных отчислений по ЕНАО для грохотов и сит составляет 14,3 % и определяется по формуле:

$$A = C_T \cdot \frac{N_A}{100} \quad (4)$$

где C_T — стоимость грохота, руб. (табл. 1);

N_A — норма амортизации, %.

Основные результаты

Результаты расчета годовых эксплуатационных затрат сравниваемых грохотов приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Эксплуатационные затраты
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.27.4>

Статьи расходов	Модель грохота			
	СГ (6 пр. секций)	ССГ (6 пр. секций)	ГИЛ-43 (3 пр. секции)	ГИС-42 (2 пр. секции)
Заработная плата, руб	3 475 200			
Отчисления в ФСС, руб	1 049 510			
Ремонт и содержание оборудования (10% от стоимости), руб	53 384	53 647	72 000	93 200
Электроэнергия, руб	-	-	170 947,3	250 722,6
Амортизационные отчисления, руб	76 339	76 715	10 2960	133 276
Итого эксплуатационные затраты, руб	4 654 433	4 655 072	4 870 617	5 001 909

Выбор наилучшего грохота из числа сравниваемых вариантов, с точки зрения экономической эффективности, определяется по наименьшим приведенным затратам.

Приведенные затраты определяются по формуле:

$$Z_{np} = C_{\text{Э}} + K_B \cdot E_H \rightarrow \min \quad (2)$$

где $C_{\text{Э}}$ — эксплуатационные затраты (табл. 2), руб;

K_B — капитальные вложения, руб.;

E_H — нормативный коэффициент эффективности ($E_H = 0,15$) [15].

Все виды затрат по сравниваемым моделям грохотов, в том числе рассчитанные для СГ и ССГ с 2-мя и 3-мя просеивающими секциями приведены в табл. 3 и на рис. 3.

Таблица 3 - Затраты по сравниваемым моделям грохотов

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.27.5>

Модель грохота	Статьи расходов		
	Капитальные затраты, руб.	Эксплуатационные затраты, руб.	Приведенные затраты, руб.
СГ (2 пр. секции)	264 900	4 589 081	4 628 816
СГ (3 пр. секции)	286 661	4 594 369	4 637 368
СГ (6 пр. секций)	533 841	4 654 433	4 734 509
ССГ (2 пр. секции)	265 892	4 589 322	4 629 206
ССГ (3 пр. секции)	287 864	4 594 661	4 637 840
ССГ (6 пр. секций)	536 467	4 655 072	4 735 542
ГИЛ-43 (3 пр. секции)	720 000	4 870 617	4 978 617
ГИС-42 (2 пр. секции)	932 000	5 001 909	5 141 709

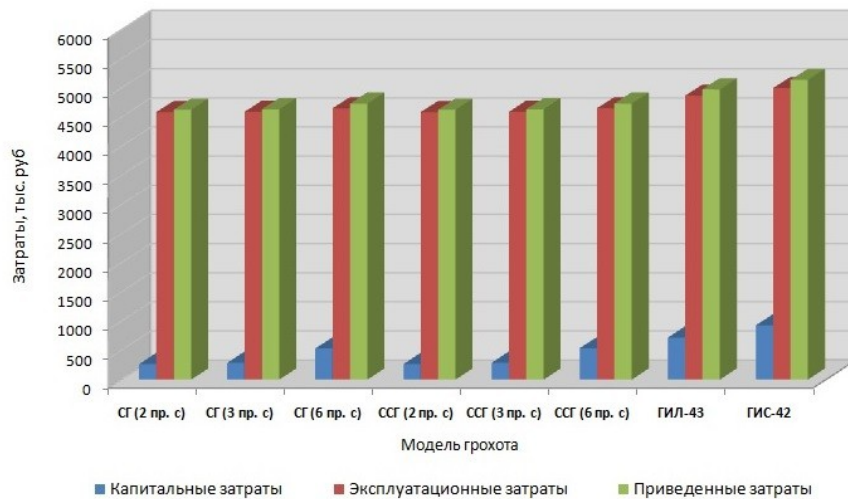


Рисунок 3 - Затраты по сравниваемым моделям грохотов
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.168.27.6>

Заключение

Разработанные в Сибирском федеральном университете модели струнного и струнного ступенчатого грохотов для сортировки угля, защищенные патентами России [11], [12], показали свою работоспособность, а приведенное в работе технико-экономическое сравнение (табл. 3, рис. 3), используемых (ГИЛ, ГИС) и предлагаемых, оригинальных струнных грохотов (СГ, ССГ) говорит о целесообразности и экономичности применения последних, для рассортировки рядового угля.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Губанов Р.С. Способы, динамика и структура угледобычи на российских месторождениях: проблемы и решения / Р.С. Губанов // Известия вузов. Горный журнал. — 2022. — № 5. — С. 25–35.
2. Плакаткин Ю.А. Уголь как основа большого цивилизационного «скачка» и новых возможностей мирового развития / Ю.А. Плакаткин, Л.С. Плакаткина, К.И. Дьяченко // Уголь. — 2022. — № 8. — С. 77–83.
3. Агафонов П.Э. Перспективы угольной промышленности в Российской Федерации / П.Э. Агафонов // Наука и бизнес: пути развития. — 2023. — № 5. — С. 88–93.
4. Демченко И.И. Конструкция и испытания струнного грохота / И.И. Демченко, О.С. Игнатова // Горный информационно-аналитический бюллетень (Научно-технический журнал). — 2018. — № 8. — С. 147–155.
5. Астафьева О.Е. Формирование механизма устойчивого развития угольной промышленности / О.Е. Астафьева // Уголь. — 2021. — № 3. — С. 10–13.
6. Демченко И.И. Конструкция и определение основных параметров струнного ступенчатого грохота / И.И. Демченко, О.С. Игнатова // Известия вузов. Горный журнал. — 2023. — № 3. — С. 25–35.
7. Патент № 2568460 Российская Федерация, МПК В07В 1/00 (2006.01). Струнный грохот № 2014146160/03 : заявл. 17.11.2014 : опубл. 20.11.2015 / И.И. Демченко, О.С. Игнатова, И.С. Плотников ; заявитель СФУ. — 9 с.
8. Патент № 2692395 Российская Федерация, МПК В07В 1/12 (2006.01), В07В 1/46 (2006.01). Струнный грохот № 2018135800 : заявл. 09.10.2018 : опубл. 24.06.2019 / И.И. Демченко, О.С. Игнатова, И.С. Плотников ; заявитель СФУ. — 7 с.
9. МетПромКо. Продажа металлопроката. — Красноярск. — URL: <https://mpk-krasnoyarsk.pulscen.ru/> (дата обращения: 10.02.2023).
10. Каталог оборудования ЗДО «Тульские машины». — URL: <https://tulmash.ru/sortirovochnoe-oborudovanie/vibrogrohot-gsl-0-3-5/> (дата обращения: 10.02.2023).
11. Verzhansky A.P. Ecologization of coal generation / A.P. Verzhansky // Magazine "Coal". — 2017. — № 9. — P. 11–16.



12. Plakitkina L.S. Analysis of the development of the production of steam coal in the main countries of the world during the period 2000-2014 and tendencies of perspective development / L.S. Plakitkina // Magazine "Coal". — 2017. — № 3. — P. 83–89.
13. Плотников И.С. Техничко-экономическое обоснование использование грохота с канатным движущимся полем / И.С. Плотников, И.И. Демченко, О.С. Игнатова // Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2018. — № 2. — С. 182–189.
14. Тарифы на электроэнергию для средних предприятий. — URL: <https://time2save.ru/tarify-na-elektroenergiu-dlya-srednih-predpriyatij> (дата обращения: 15.09.2024).
15. Приказ Минстроя РФ от 14.09.1992 № 209 «Об утверждении Методики по определению уровня арендной платы за нежилые здания (помещения)». Приложение 1. Нормативные коэффициенты эффективности капитальных вложений. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2571/7cf2f5d606fe90f407cdebccfebda91f15c3a2b4/ (дата обращения: 15.02.2023).

Список литературы на английском языке / References in English

1. Gubanov R.S. Spособy, dinamika i struktura ugledobychi na rossijskikh mestorozhdenijah: problemy i reshenija [Methods, dynamics and structure of coal mining in Russian deposits: problems and solutions] / R.S. Gubanov // Izvestija vuzov. Gornyj zhurnal [University Proceedings. Mining Journal]. — 2022. — № 5. — P. 25–35. [in Russian]
2. Plakitkin Ju.A. Ugol' kak osnova bol'shogo civilizacionnogo «skachka» i novyh vozmozhnostej mirovogo razvitija [Coal as the basis of a great civilizational "leap" and new opportunities for world development] / Ju.A. Plakitkin, L.S. Plakitkina, K.I. D'jachenko // Ugol' [Coal]. — 2022. — № 8. — P. 77–83. [in Russian]
3. Agafonov P.Je. Perspektivy ugol'noj promyshlennosti v Rossijskoj Federacii [Prospects of the coal industry in the Russian Federation] / P.Je. Agafonov // Nauka i biznes: puti razvitija [Science and Business: Ways of Development]. — 2023. — № 5. — P. 88–93. [in Russian]
4. Demchenko I.I. Konstrukcija i ispytaniya strunnogo grohota [Design and testing of a string screen] / I.I. Demchenko, O.S. Ignatova // Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' (Nauchno-tehnicheskij zhurnal) [Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal)]. — 2018. — № 8. — P. 147–155. [in Russian]
5. Astaf'eva O.E. Formirovanie mehanizma ustojchivogo razvitija ugol'noj promyshlennosti [Formation of a mechanism for sustainable development of the coal industry] / O.E. Astaf'eva // Ugol' [Coal]. — 2021. — № 3. — P. 10–13. [in Russian]
6. Demchenko I.I. Konstrukcija i opredelenie osnovnyh parametrov strunnogo stupenchatogo grohota [Design and determination of the main parameters of a string stepped screen] / I.I. Demchenko, O.S. Ignatova // Izvestija vuzov. Gornyj zhurnal [University Proceedings. Mining Journal]. — 2023. — № 3. — P. 25–35. [in Russian]
7. Patent No. 2568460 Russian Federation, IPC B07B 1/00 (2006.01). Strunnyj grohot [String screen] No. 2014146160/03 : appl. 17.11.2014 : publ. 20.11.2015 / I.I. Demchenko, O.S. Ignatova, I.S. Plotnikov ; applicant SFU. — 9 p. [in Russian]
8. Patent No. 2692395 Russian Federation, IPC B07B 1/12 (2006.01), B07B 1/46 (2006.01). Strunnyj grohot [String screen] No. 2018135800 : appl. 09.10.2018 : publ. 24.06.2019 / I.I. Demchenko, O.S. Ignatova, I.S. Plotnikov ; applicant SFU. — 7 p. [in Russian]
9. MetPromKo. Prodazha metalloprokata [MetPromKo. Sale of rolled metal]. — Krasnoyarsk. — URL: <https://mpk-krasnoyarsk.pulscen.ru/> (accessed: 10.02.2023). [in Russian]
10. Katalog oborudovanija ZDO «Tul'skie mashiny» [Equipment catalogue of ZDO "Tula Machines"]. — URL: <https://tulmash.ru/sortirovochnoe-oborudovanie/vibrogrohot-gsl-0-3-5/> (accessed: 10.02.2023). [in Russian]
11. Verzhansky A.P. Ecologization of coal generation / A.P. Verzhansky // Magazine "Coal". — 2017. — № 9. — P. 11–16.
12. Plakitkina L.S. Analysis of the development of the production of steam coal in the main countries of the world during the period 2000-2014 and tendencies of perspective development / L.S. Plakitkina // Magazine "Coal". — 2017. — № 3. — P. 83–89.
13. Plotnikov I.S. Tehnicho-jekonomicheskoe obosnovanie ispol'zovanie grohota s kanatnym dvizhushhimsja polem [Feasibility study of using a screen with a rope moving field] / I.S. Plotnikov, I.I. Demchenko, O.S. Ignatova // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta [Bulletin of Kuzbass State Technical University]. — 2018. — № 2. — P. 182–189. [in Russian]
14. Tarify na jelektrojenergiju dlja srednih predpriyatij [Electricity tariffs for medium-sized enterprises]. — URL: <https://time2save.ru/tarify-na-elektroenergiu-dlya-srednih-predpriyatij> (accessed: 15.09.2024). [in Russian]
15. Prikaz Ministroja RF ot 14.09.1992 № 209 «Ob utverzhdenii Metodiki po opredeleniju urovnja arendnoj platy za nezhllye zdanija (pomeshhenija)» [Order of the Ministry of Construction of the Russian Federation No. 209 of 14.09.1992 "On approval of the Methodology for determining the level of rent for non-residential buildings (premises)"]. Appendix 1. Normativnye kojeffitienty jeffektivnosti kapital'nyh vlozhenij [Standard coefficients of efficiency of capital investments]. — URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2571/7cf2f5d606fe90f407cdebccfebda91f15c3a2b4/ (accessed: 15.02.2023). [in Russian]