

---

**АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ДЕЙСТВУЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПО  
ОБОГАЩЕНИЮ УГЛЯ В УЗБЕКИСТАНЕ И ЗА РУБЕЖОМ**


---

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2020.3.74.744](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2020.3.74.744)**Донияров Н.А.**

д.т.н., декан

*Химико-металлургического факультета**Навоийского государственного горного института,**г.Навои, Узбекистан;***Тагаев И.А.**

к.с-х.н., доцент кафедры

*«Химическая технология»**Навоийского государственного горного института,**г.Навои, Узбекистан;***Намазов С.З.**

ассистент кафедры «Металлургия»

*Навоийского государственного горного института,**г.Навои, Узбекистан.***АННОТАЦИЯ**

В статье освещены результаты по обогащению угля из Ангренского буроугольного месторождения. Месторождение “Ангренский” является крупнейшим источником бурого угля в Узбекистане. Однако зольность угля данного месторождения является не удовлетворительной для потребителей внутреннего и внешнего рынков. Это обуславливает необходимость поиска методов по повышению качества угля. Целесообразность обогащения как метода повышения качества угля была обоснована кратким обзором зарубежного опыта, изложенным в данной работе. Авторы представили результаты экспериментов по обогащению угля Ангренского месторождения на отсадочных машинах и винтовом сепараторе, согласно которым им удалось снизить зольность исходного продукта.

**ABSTRACT**

The article presents the results of the processing of coal from the Angren brown coal deposit. The Angren deposit is the largest source of brown coal in Uzbekistan. However, the ash content of coal in this field is not satisfactory for consumers of local and foreign markets. This necessitates the search for methods to improve the quality of coal. The feasibility of processing as a method of improving the quality of coal was justified by a brief review of foreign experience set forth in this paper. The authors presented the results of experiments on coal processing of the Angren deposit on depositing machines and a screw separator, according to which they were able to reduce the ash content of the initial product.

**Ключевые слова:** обогащение, уголь, флотация, винтовой сепаратор, зольность, теплотворная способность, месторождение “ангренский”, углеобогатительная фабрика, топливо, энергетические ресурсы, флотореагенты, отсадочная машина.

**Keywords:** processing, coal, flotation, screw separator, ash, calorific value, Angren deposit, coal preparation plant, fuel, energy resources, flotation reagents, jiggling machine.

**Введение**

Угольная промышленность является одной из приоритетной отраслью энерго-ресурсного комплекса во всем мире. В структуре мирового потребления топливно-энергетических ресурсов доля угля составляет 29 %. Основной центр потребления угольной продукции находится в Китае – 3,8 млрд. т (или 49 % от общего потребления угля) и Индии – 0,95 млрд. т (или 12 %). Среди других крупнейших потребителей угля можно выделить США – 0,8 млрд. т (10 %) и Евросоюз – 0,73 млрд. т (более 9 %) [1].

В настоящее время при создании эффективных технологий в отраслях топливно-энергетической промышленности особое внимание уделяется на проведение исследования и разработке технологий, предусматривающие наиболее полного и рационального использования собственных сырьевых ресурсов каждой страны.

Узбекистан располагает разведанными запасами угля в количестве 1900 млн тонн, в том числе: бурого -1853 млн тонн, каменного – 47 млн

тонн. Прогнозные ресурсы составляют свыше 5,7 млрд тонн угля. Большие запасы каменного угля сконцентрированы в южных регионах - в Сурхандарьинской и Кашкадарьинской областях. В настоящее время добыча угля ведется на трех месторождениях: Ангренском буроугольном месторождении, Шаргуньском и Байсунском месторождениях каменного угля.

В Узбекистане уголь потребляется на внутреннем рынке для обеспечения потребителей народного хозяйства, электростанций и коксохимических заводов. Кроме того, Узбекистан поставляет уголь в Таджикистан и Туркменистан [2].

Необычно быстрое увеличение потребления твердого топлива объясняется его преимуществами: удобством сжигания, высокой калорийностью, транспортабельностью, полнотой сгорания. Но добываемый уголь во многих случаях не отвечает требованиям потребителей по основным качественным показателям: зольности, влажности, теплотворной способности и

спекающим свойствам. В связи с чем, особое внимание уделяется повышению качества угольно-топливной продукции, что, в свою очередь, выдвигает в качестве актуальной задачи разработку максимально эффективной технологии по обогащению угля и повышению его качества.

В целях дальнейшего устойчивого и сбалансированного развития предприятий угольной отрасли, обеспечения опережающей реализации приоритетных и инфраструктурных инвестиционных проектов, наращивания объемов добычи и поставки угля и угольной продукции, с учетом прогнозируемой перспективной потребности для нужд отраслей экономики, социальной сферы и населения на период 2020 - 2024 годы вышло постановление Президента Республики Узбекистан «О мерах по дальнейшему комплексному развитию и совершенствованию угольной промышленности Республики Узбекистан». Постановление направлено на дальнейшее наращивание объемов добычи угля и повышение его качественных показателей.

#### **Краткий обзор зарубежного опыта по повышению качества угля.**

В настоящее время зарубежные углеобогатительные фабриках используются гравитационные, флотационные, магнитные и сухие методы обогащения [4]. В России при обогащении углей методом флотации в качестве реагентов используются полупродукты нефтеперерабатывающих заводов и отходы нефтехимии. В большинстве случаев в качестве собирателей при флотации углей используются аполярные реагенты: керосин, дизельное топливо, топливо ТС-1, термогазойль. В качестве пенообразователей – гетерополярные: КОБС (кубовые остатки производства бутилового спирта), КЭТГОЛ (кубовые остатки от производства 2-этилгексанола), Т-80 (полупродукт, образующийся при получении 1,3-диоксана), ВПП (полупродукт, образующийся при производстве 4,4-диметил-1,3-диоксана). ООО «Минерал» (Группа компаний «Маррико») внедряет новые флотореагенты - UnicoltM марок «С» и «F» на спиртовой основе для флотации угольных шламов. Флотореагент UnicoltM марки «С» обладает более выраженным свойством собирателя. Флотореагент UnicoltM марки «F» обладает более выраженным свойством вспенивателя. При совместном использовании флотореагентов UnicoltM марок «С» и «F» достигается выраженный синергетический эффект. Флотореагенты UnicoltM флотируют все известные виды углей: газовые, жирные, коксовые, тощие, а также антрациты, образуют стабильную пену, которая хорошо обезвоживается. Эти реагенты действуют

селективно во всем спектре размеров частиц в пульпе [3].

В статье Гиззатова А.А. «Эффективные реагенты для флотации высокозольных углей Печорской центральной обогатительной фабрики» [5] были рассмотрены вопросы по разработке эффективных реагентов для флотации труднообогатимого и высокозольного угля с высоким содержанием фузеновых элементов. Разработанные реагенты удовлетворяю требованиям технологического процесса, повышают скорость флотации, обеспечивая производство качественных концентратов, безопасность флотационного процесса в области обогащения высокозольных углей, благодаря чему не уступают зарубежным аналогам.

Поиском способов обогащения угля занимались Предтечинский М.Р. и Пухова М.В. В своем патенте авторы исследования проводили смешивание исходного угольного сырья и воды с получением водной суспензии, в которую в последующем вводили агломерирующий агент и далее проводили разделение и выделение углесодержащего компонента путем флотации [6].

Следует выделить метод, получивший название «турбулентная микрофлотация», или «ТМФ-технология». Результаты пилотных испытаний турбулентной микрофлотации при обогащении тонкодисперсных угольных суспензий на ОФ «Свято-Варваринская» (Украина) свидетельствуют об относительной эффективности метода. Известны схема и оборудование фирмы Iris (США) для микрофлотации углей в промышленных масштабах на колоннах большого диаметра. Известны работы по применению вакуумной флотации, электрофлотации, флотации с носителем, где в роли носителя применяются более крупные частицы.

Институтом «Сибниуглеобогащение» разработаны технологические схемы для обогащения коксующихся и энергетических марок углей, предусматривающие оборудование для флотации, обезвоживания и сгущения шламов, которые позволяют получить высококачественные продукты обогащения. В число данного оборудования входят флотационные машины пневматического типа «Пневмофлот» и механического –«Флотомодерн», патронные фильтры под давлением БПТК-10 для обезвоживания концентрата флотации и шламов. Для обогащения углей применялись флотационные реагенты и флокулянты, современные дозаторы реагентов, пеногасители, радиальные сгустители, укрытые склады готовой продукции и др. Флотационные машины, патронный фильтр под давлением прошли испытания на обогатительных фабриках Кузнецкого бассейна [7].

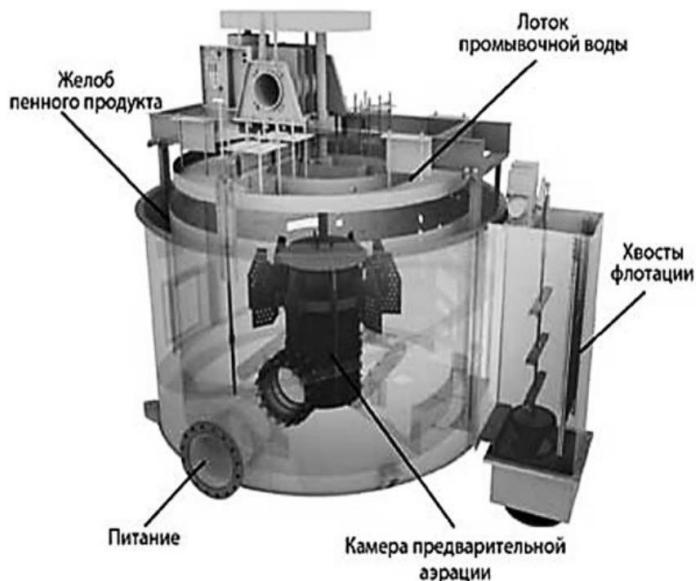


Рис. 2. Схема флотационного машина Eriez StacCell

Флотация StackCell – новая технология для тонкого извлечения угля. В течение последнего десятилетия колоночные флотационные камеры стали широко использоваться для модернизации тонкодисперсных угольных потоков. Новая высокопроизводительная технология флотации, называемая StackCell была разработана как альтернатива как традиционным, так и колонным флотационным машинам (Рис 2).

Технология использует предварительную аэрацию и камеру с высокой сдвиговой аэрацией, которая обеспечивает эффективное контактирование с пузырьковыми частицами, тем самым существенно сокращая время пребывания в камере, необходимое для флотации угля [8].

Сепарация в интенсивном или сильном магнитном поле – это новые области для исследования. Разработки проводятся в «Sala

Magnetics» (Cambridge, Massachusetts) и Национальной лаборатории (Oak Ridge, Tennessee, USA). Обе организации используют магнитные сепараторы «Сала». В Кембридже используют мокрую систему сусpenзии, в то время как в Окридже используют сухую [9].

Разработкой комбинированного метода обогащения угля занимались А.В. Кузимин, Д.Ю. Бойко и В.А. Адов. В своей статье «Разработка комбинированной технологии сухого обогащения угля» авторы привели результаты исследований по определению оптимальных параметров процесса пневматической сепарации [10].

На новосибирском предприятии «Гормашэкспорт» разработана, внедрена в серийное производство и доведена до коммерческого использования установка «СЕПАИР» (Рис 3).



Рис. 3. Внешний вид установки «СЕПАИР®».

В настоящее время эта технология является уникальной в своей области и не имеет аналогов в мире. На сегодняшний день ни один из существующих технологических комплексов не способен показать более высокие результаты как установка «СЕПАИР®» [11].

Анализ зарубежного опыта показывает, что повышение качества угольного сырья на современном этапе возможно только с применением методов обогащения, которые позволяют получать высококачественные коксующиеся и энергетические угли, востребованные как на внутреннем, так и на внешнем рынках.

#### Объект и методика исследований

Характерной особенностью Ангренского месторождения является то, что здесь компактно сосредоточены запасы угля и попутных полезных ископаемых. К попутным полезным ископаемым относятся валунно-галечные отложения, известняки и мергели, опоки и пески, пестро-

цветные и серые каолины, образующие крупные в мире месторождений первичных каолиновых глин. Эти залегания влияют на качество угля. Из-за этого в месторождении «Ангренский» добывают уголь с высокой зольностью от 40 до 55%.

Для снижения зольности углей этого месторождения и обеспечения качественным углем потребителей внутреннего и внешнего рынка была проведена работа на базе Технопарка и лабораторий НГГИ, по определению возможности обогащения Ангренских энергетических углей, используемых во всех областях теплоэнергетики.

Для проведения обогащения были использованы гравитационные методы обогащения с использованием отсадочных машин и винтового сепаратора.

Для проведения опытных работ была взята пробы исходного угля весом 300 кг из Ангренского угольного разреза. 100 кг пробы было тщательно перемешано и сокращено методом квартования.

Таблица 1.

#### Гранулометрический состав и зольность классов крупности исходной пробы

Класс крупности, мм	Вес исходной пробы, кг	Выход исходной пробы, %	Зольность, %
-5+3	22	22	49
-3+2	11	11	44
-2+1	20	20	49
-1+0,5	15	15	51
-0,5	32	32	54
Итого	100	100	50

Гранулометрический состав и зольность классов крупности исходной пробы представлены в таблице 1 и на рисунке 1. Согласно гранулометрическому составу зольность Ангренского месторождения варьирует в

небольшом диапазоне. Максимальная зольность наблюдается в классе крупности -0,5 мм и составляет 54%. Минимальное количество золы 44% было выявлено в классе крупности -3+2 мм.

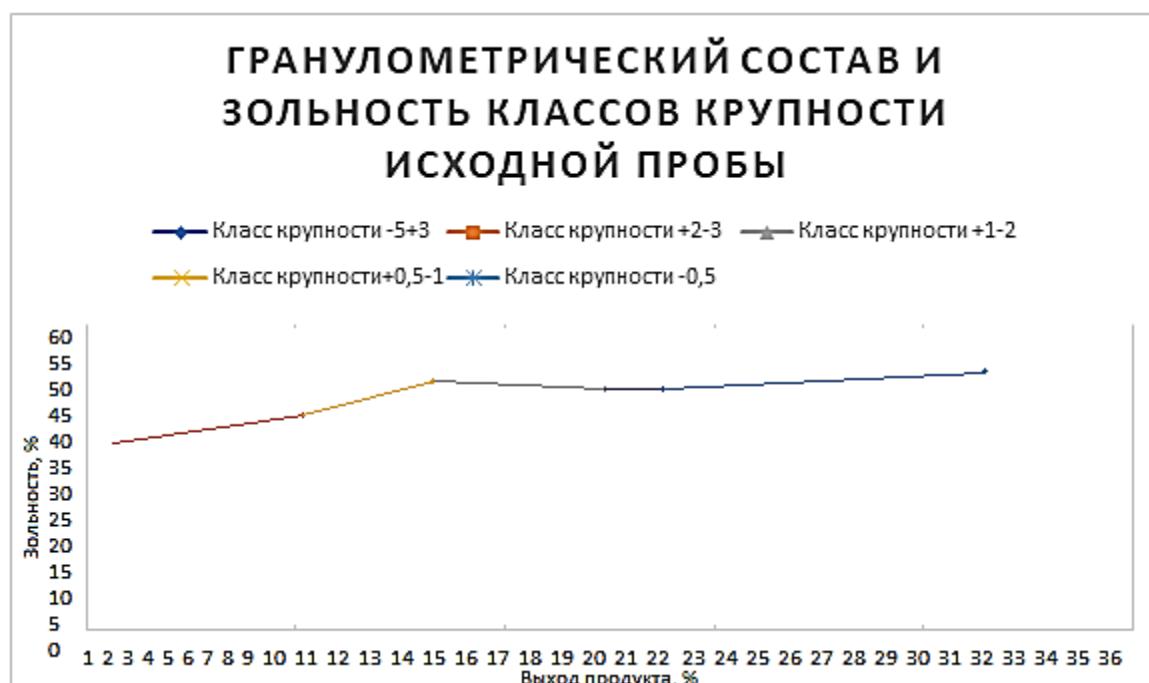


Рис. 1. Гранулометрический состав и зольность классов крупности исходной пробы

**Эксперименты по обогащению угля на отсадочной машине**

Опыты проводились на лабораторной отсадочной машине «Итомак» находящейся в

Технопарке НГГИ. Опыты проводились при следующих технологических режимах: Т:Ж=1:1; частота колебаний 200, 175, 150, 125; размер решетки 2 мм.

Таблица 2.

**Баланс опыта обогащения угля на отсадочной машине**

Наименование продукта	Выход продукта, кг	Выход продукта, %	Зольность, %
Тяжелый продукт	1,1	36,66	62
Легкий продукт	1,9	63,34	38
Итого:	3	100	49

**Опыт 1.** Первый опыт был произведен на лабораторной отсадочной машине «Итомак» при Т:Ж=1:1, частота колебаний:200, размер решетки: 2 мм, класс крупности пробы: -2 +1 мм, весом пробы 3 кг (смотрите табл.2.).

**Опыт 2.** Второй опыт был произведен на лабораторной отсадочной машине «Итомак» при Т:Ж=1:1, частота колебаний:175, размер решетки: 2 мм, класс крупности пробы: -2 +1 мм, весом пробы 3 кг (Таблица 3).

Таблица 3.

**Баланс опыта обогащения угля на отсадочной машине.**

Наименование продукта	Выход продукта, кг	Выход продукта, %	Зольность, %
Тяжелый продукт	1,3	43,33	65
Легкий продукт	1,7	56,67	35
Итого:	3	100	49

**Опыт 3.** Третий опыт был произведен на лабораторной отсадочной машине «Итомак» при Т:Ж=1:1, частота колебаний:150, размер решетки: 2

мм, класс крупности пробы: -2 +1 мм, весом пробы 2 кг (Таблица 4).

Таблица 4.

**Баланс опыта обогащения угля на отсадочной машине**

Наименование продукта	Выход продукта, кг	Выход продукта, %	Зольность, %
Тяжелый продукт	0,825	41,25	67
Легкий продукт	1,175	58,75	33
Итого:	2	100	49

**Опыт 4.** Четвертый опыт был произведен на лабораторной отсадочной машине «Итомак» при Т:Ж=1:1, частота колебаний:125, размер решетки: 2

мм, класс крупности пробы: -2 +1 мм, весом пробы 2 кг (Таблица 5).

Таблица 5.

**Баланс опыта обогащения угля на отсадочной машине**

Наименование продукта	Выход продукта, кг	Выход продукта, %	Зольность, %
Тяжелый продукт	0,86	43	68
Легкий продукт	1,14	57	32
Итого:	2	100	49

Таким образом в первом опыте при частоте колебаний 200 получен продукт с зольностью 38%, во втором опыте при частоте 175 был получен продукт с зольностью 35%, в третьем опыте при

частоте 150 был получен продукт с зольностью 33% и в четвертом опыте при частоте 125 был получен продукт с зольностью 32%.

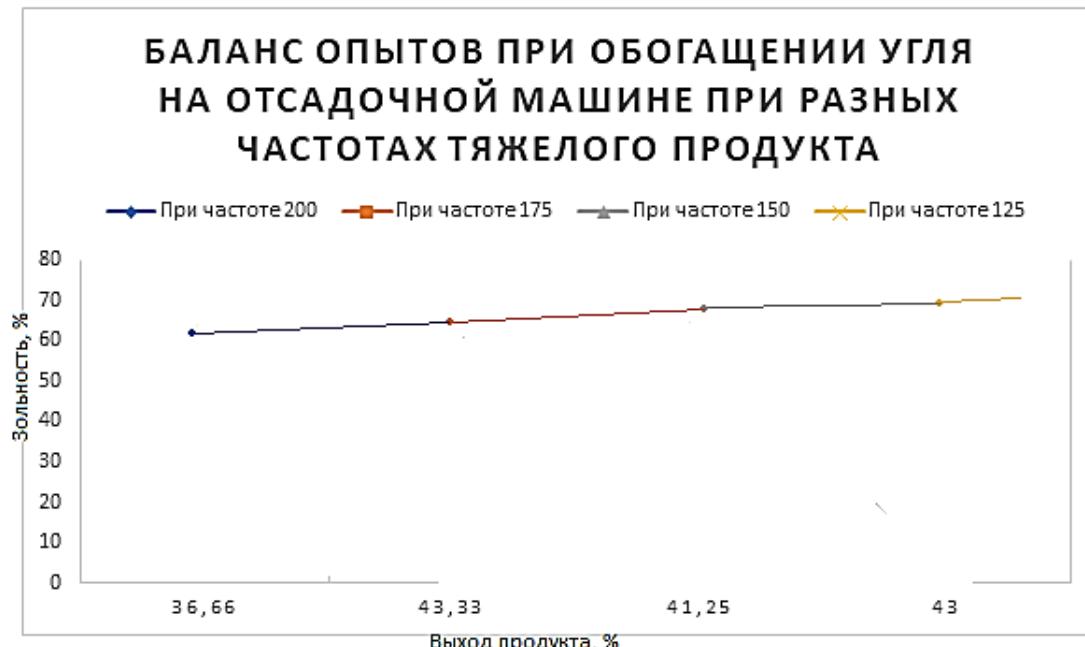


Рис. 2 Баланс опытов при обогащении угля на лабораторной отсадочной машине «Итомак» при разных частотах тяжелого продукта



Рис. 3 Баланс опытов при обогащении угля на лабораторной отсадочной машине «Итомак» при разных частотах легкого продукта

**Опыт по обогащению угля на винтовом сепараторе**

**Опыт 5.** Пульпа весом 2 кг при Т:Ж=1:3 и классом крупности пробы -2 +1 мм насосом подавалась на винтовой сепаратор диаметром 350мм. Заметного визуального разделения

продукта по сечению сепаратора не было обнаружено - пульпа двигалась по периферии желоба, без видимого заполнения зоны разгрузки тяжелой фракции. Применение винтового сепаратора оказалось неэффективным.

Таблица 6.

**Баланс опыта обогащения угля на винтовом сепараторе**

Наименование продукта	Выход продукта, кг	Выход продукта, %	Зольность, %
Концентрат	1,735	86,75	42,5
Хвосты	0,265	13,25	57,5
Итого	2	100	49

### Заключение

Результаты обогащения показывают, что при обогащении угля месторождений «Ангренский» разрез эффективно использование метода гравитационного обогащения на отсадочных машинах. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности отсадки для обогащения угля. Так при отсадке за один прием удается вывести в хвосты продукт с отвальной зольностью 62-68% и его выходом зольностью продукта до 32%. То есть при использовании этого метода обогащения для угля класса крупности -2 +1 мм мы можем уменьшить зольность исходной руды от 49% до 32%, тем самым увеличим теплотворную способность угля.

### Литература:

- [1].Coal Information 2000-2018 // International Energy Agency Statistics, OECD/IEA, 2018.
- [2].Донияров Н.А., Намазов С.З., Жумаев М.К. Изучение возможности обогащения высокозольного угля из разреза «Ангренский» методом гравитации // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 12(69).
- [3].Крайденко Р.И., Передерин Ю.В. и др. / Технология добычи вольфрама: современное состояние технологий // журнал «Ползуновский вестник» – 2015. – №4. Т.2 – с. 135-139.
- [4].Гайнуллин И.К. Повышение эффективности процесса флотации угольных шламов с использованием флотореагентов UnicoltM // Научно-технический журнал «Уголь» - 2013. – № 5. – С. 105–106.
- [5].Гиззатова А.А. Эффективные реагенты для флотации высокозольных углей печорской центральной обогатительной фабрики: [Электронный ресурс] Научный журнал «Нефтегазовое дело». -2014. -№5.
- [6].Способ обогащения угля и устройство для его осуществления [Текст]: пат. 2264263 Рос. Федерация: МПК7 В 03 В 1/02, 7/00 / Предтеченский М.Р., Пуховой М.В., Гайслер Е.В.; заявитель и патент о обладатель ООО «Междунар. Науч. Центр по теплофизике и энергетике. – № 2004115828/03; заявл. 24.05.2004, Бюл. №32. – 9 с.
- [7].Öztürk F. D., H. Abakay Temel / Reverse Flotation in Muş-Elmakaya Lignite Beneficiation // Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects – 2013. – № 8. – Р. 695-705.
- [8].Michael Kiser, Robert Bratton, Gerald Luttrell// StackCell™ Flotation – A New Technology for Fine Coal Recovery: [Электронный ресурс]. 2016.
- [9].Оборудование для обогащения угля. Электронная статья. [Электронный ресурс] Электрон. дан. – 2015. URL: <http://www.china-bridge.ru/oborudovanie-dlya-obogashcheniya-uglya/>, свободный. – Яз. Рус. Дата обращения: 1.05.2017.
- [10].Хасанов А.С., Толибов Б.И., Сирожов Т.Т., Ахмедов М.С. Новые направления по созданию технологии грануляции шлаков медного производства // Евразийский союз ученых #2 (71), 2020. –С49-55
- [11].Кузьмин А. В., Бойко Д. Ю., Адов В. А. / Разработка комбинированной технологии сухого обогащения угля // ГИАБ. – 2009. Т. 15. – № 12. – С. 507–516.
- [12].Hasanov A.S., Tolibov B.I., Pirnazarov F.G. Advantages of low-temperature roasting of molybdenum cakes // International scientific-practical conference on the theme: «International science review of the problems and prospects of modern science and education» – Boston (USA), 2019. – P17-18
- [13].Сухое обогащение - комплекс пневматической сепарации «СЕПАИР®». электронная статья. [Электронный ресурс] Электрон. дан. свободный. – Яз. Рус. Дата обращения: 25.05.2017.

УДК 004.42  
ГРНТИ 20.15.05

### ПЛОЩАДКА ДЛЯ АРЕНДЫ “ВСЕГО”

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2020.3.74.747](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2020.3.74.747)

Корженков Павел Константинович

г. Кемерово

Степанов Юрий Александрович

докт. техн. наук,

профессор кафедры ЮНЕСКО по ИВТ,

г. Кемерово

Кемеровский государственный университет

### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы создания проекта для аренды “Всего”, он представляет собой площадку для аренды любой необходимой вещи. Проект реализуется, как мобильное приложение на Android, используя сервер приложений GlassFish и базу данных MySQL. Такое приложение позволит обеспечить пользователям общий доступ к данным и сократить время поиска арендодателей различных товаров.

### ABSTRACT

The article deals with the creation of a project for rent “Total”, it is a platform for renting any necessary things. The project is implemented as a mobile application on Android, using the GlassFish application server and