



УДК 622.794

## МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОБЕЗВОЖИВАНИЮ ВОДОУГОЛЬНОЙ ПУЛЬПЫ В УСЛОВИЯХ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ ШАХТЫ ИМ. С.М. КИРОВА

Гаршин О.О., Старцева Ж.Ф.

АО «СУЭК-Кузбасс»

### Аннотация.

В процессах углеобогащения образуется достаточно большое количество тонких угольных шламов (0-0,5 мм) в виде шламовой воды с содержанием твердого от 5 кг/м<sup>3</sup>. Сгущение шламовых вод в радиальных сгустителях с использованием флокулянтов дает сгущенный продукт (пульпу) с содержанием твердого до 120-200 кг/м<sup>3</sup>. Обезвоживание данного продукта на фильтр-прессах уменьшает его влажность до 30-40%, что, при большой концентрации частиц угля, подразумевает его дальнейшее осушение для передачи конечному потребителю. В качестве альтернативных способов осушения сгущенного продукта предлагается использование оболочечных фильтровальных конструкций, позволяющих осушить пульпу до приемлемых для потребителей значений влажности 15-20%.

В данной работе дано описание методики проведения эксперимента по обезвоживанию пульпы в условиях действующей обогатительной фабрики: рассмотрены решаемые задачи, установлены факторы, влияющие на процесс обезвоживания и отклики, зависящие от влияющих факторов; выполнено обоснование объема эксперимента и числа опытов. Описан порядок реализации проводимых опытов, а также способы измерения и расчета наблюдаемых откликов. После обработки полученных в результате проведенного эксперимента данных будут даны рекомендации по использованию предлагаемого способа обезвоживания на других обогатительных фабриках.

### Информация о статье

Принята 3 июня 2019 г.

### Ключевые слова:

обогатительная фабрика,  
угольный шлам, оболочечные  
фильтровальные конструкции,  
обезвоживание сгущенного  
продукта, фильтрование

## EXPERIMENTAL TECHNIQUE OF THE COAL-WATER PULP DEWATERING AT S.M. KIROV MINE'S CONCENTRATING PLANT

Oleg O. Garshin, Zhanna F. Startseva

JSC "SUEK-Kuzbass"

### Abstract.

In the coal processing operations, sufficiently large volumes of fine coal sludge (0-0.5 mm) are formed as a sludge water with a solid content of 5 kg/m<sup>3</sup> or more. The thickening of sludge in radial thickeners using flocculants gives a condensed product (pulp) with a solid content of up to 120–200 kg/m<sup>3</sup>. Dewatering of this product on filter presses reduces its moisture content by up to 30-40%, which, with a high concentration of coal particles, implies its further dewatering for transfer to the final consumer. As alternative methods of draining the condensed product, the use of shell filter constructions is proposed, which allows draining the pulp to a moisture content of 15-20%, i.e. acceptable to consumers.

In this paper, a description is given of the methodology for carrying out an experiment on pulp dewatering under the conditions of an mining processing plant: the problems to be solved are considered; factors affecting

### Article info

Received June 3, 2019

**Keywords:** concentrating plant,  
coal sludge, shell filter constructions,  
dehydration of condensed  
product, filtering



the dewatering process and responses depending on influencing factors are established; substantiation of the volume of the experiment and the number of tests is carried out. The procedure for the implementation of the experiments and methods for measuring and calculating the observed responses is described. After processing the data obtained as a result of the experiment, recommendations will be given on the use of the proposed method of coal pulp dewatering in other processing plants.

### **Введение. Актуальность работы**

Отходы углеобогащения образуются в значительных количествах, зависящих от многих факторов: зольности добываемого угля, технологии обогащения и т.д. С учетом роста объемов угледобычи и вовлечения в разработку пластов средней и малой мощности, а также пластов сложного строения, зольность добываемого угля также возрастает и, следовательно, растут и объемы угольного шлама, представляющего собой густую водоугольную пульпу [1-10]. Эти углеотходы необходимо складировать в так называемых иловых картах, по сути – отстойниках, занимающих значительные площади земли. После того, как шлам высыхает естественным путем, необходима очистка иловых карт с отгрузкой высушенного остатка в породные отвалы или для какого-либо использования. При большой влажности шлама процесс высыхания может затянуться на долгое время или вообще не привести к положительному результату. Поэтому задача по созданию низкозатратной технологии обезвоживания угольного шлама обогатительных фабрик является актуальной. В научной литературе [11-27] приводятся некоторые способы обезвоживания шлама; изучаются вопросы технологии использования шлама, например, в качестве водоугольного топлива; даются общие рекомендации по рециклингу отходов углеобогащения, в том числе с использованием флокулянтов. Однако разработка низкозатратной технологии утилизации угольного шлама обогатительных фабрик путем фильтрования с последующим использованием до настоящего времени не изучена. В настоящей статье нами приведено описание методики эксперимента по обезвоживанию угольного шлама обогатительной фабрики шахты им. С.М. Кирова АО «СУЭК-Кузбасс», выполненной в рамках создания технологии использования и утилизации отходов углеобогащения.

### **Методика проведения эксперимента по обезвоживанию водоугольной пульпы**

#### **Цель работы:**

1. Обезвоживание водоугольной пульпы в оболочечных фильтровальных конструкциях (ОФК).
2. Установление факторов, влияющих на обезвоживание водоугольной пульпы в оболочечных фильтровальных конструкциях (ОФК) и подбор рекомендаций по оптимизации технологии обезвоживания.

#### **Задачи:**

- выбрать материал для ОФК;
- разработать конструкцию ОФК;
- выбрать место проведения эксперимента;
- провести серию опытов по заполнению ОФК водоугольной пульпой с ее последующим обезвоживанием;
- провести наблюдения за процессом обезвоживания с фиксацией уровней откликов;
- проанализировать полученные результаты;
- разработать рекомендации по использованию ОФК для обезвоживания водоугольной пульпы в условиях ПЕ ОФ шахты им. С.М. Кирова и других обогатительных фабрик АО «СУЭК-Кузбасс».

**Факторы** (переменные величины, предположительно влияющие на результаты эксперимента):

- размер пор  $O_{90}$  геотекстильного материала, который соответствует максимальному размеру частиц 90% грунта, прошедшего через геотекстиль, мкм;



- гранулометрический состав закачиваемой водоугольной пульпы;
- влажность водоугольной пульпы;
- температура окружающего воздуха.

**Отклики** (наблюдаемые случайные переменные, предположительно зависящие от факторов):

- время частичного обезвоживания шламового тела в ОФК между циклами закачивания (равно времени наступления стабилизации высоты шламового тела);
- влажность шламового тела;
- интенсивность уменьшения объема шламового тела в ОФК в процессе обезвоживания;
- интенсивность полного обезвоживания (равно отношению уменьшения влажности шлама в полностью заполненной ОФК ко времени, предположительно является динамической величиной);
- время полного обезвоживания (равно времени достижения заданной влажности в наиболее увлажненной части шламового тела).

### Обоснование объема эксперимента

Для проведения эксперимента подготовлены 35 ОФК из полипропиленового полотна вместимостью ориентировочно по 0,6 м<sup>3</sup> каждая. Выбор материала геосинтетика произведен из экономической целесообразности (достаточно недорогой и прочный), объем и размеры – из практической целесообразности (возможность механизированной погрузки заполненных обезвоженным шламом ОФК в автотранспорт).

### Обоснование числа опытов

Число опытов (циклов) по частичному заполнению ОФК водоугольной пульпой определяется заполнением всего объема ОФК шламом.

Отбор проб водоугольной пульпы для определения ее влажности и гранулометрического состава производится во время очередного цикла заполнения ОФК.

Отбор проб для измерения влажности шламового тела в частично заполненной ОФК производится между циклами закачки при очередном измерении высоты шламового тела. Число опытов по определению влажности шламового тела равно числу интервалов измерения во времени частичного обезвоживания шлама в ОФК.

Отбор проб для измерения влажности шлама в полностью заполненной ОФК производится еженедельно. Число опытов по определению влажности шлама определяется достижением требуемого значения влажности ( $W \leq 20\%$ ).

### Описание проведения эксперимента

Для обезвоживания водоугольной пульпы в ОФК, отбираемой с выхода радиального сгустителя, до приемлемых значений влажности предлагается проведение следующего пассивного (последовательного) эксперимента:

- 1) подготовить площадку, разместить на ней ОФК и подключить их закачным трубопроводом (шламопроводом) к радиальному сгустителю;
- 2) провести серию опытов по закачиванию водоугольной пульпы в ОФК по закачным шлагопроводам;
- 3) провести серию опытов по обезвоживанию угольного шлама в ОФК (частичному – при проведении опытов по закачиванию через закачные пульпопроводы до полного заполнения ОФК шламовым телом и полному – после проведения последнего закачивания ОФК);
- 4) в сериях опытов провести измерения уровней факторов, влияющих на проведение эксперимента;
- 5) выявить эффект взаимодействия факторов (по возможности);
- 6) построить модель регрессионного анализа (зависимость откликов от количественных факторов и ошибок наблюдения отклика).





## Порядок реализации опытов

### 1. Опыт по подготовке площадки, размещению на ней ОФК и подключении их к радиальному сгустителю

В качестве места обезвоживания ОФК предлагается площадка в здании радиального сгустителя, имеющая технологический уклон в сторону приемника стекающего фильтрата.

Для проведения эксперимента предполагается размещение 35 ОФК в непосредственной близости от радиального сгустителя.

При этом обеспечивается возможность их механизированного извлечения из здания автокраном или погрузчиком по окончании обезвоживания. Часть ОФК могут быть погружены в автотранспорт посредством имеющегося в здании подъемного механизма.

Для подачи пульпы от радиального сгустителя к ОФК предлагается применение гибкого закачного пульповода диаметром 65 мм, оборудованного задвижкой на стороне радиального сгустителя и присоединительной головкой ГРВ-65 на стороне присоединения к ОФК. Присоединение данного закачного трубопровода к ОФК осуществляется через гибкий входной патрубок, пришитый к верхней части ОФК, путем обжатия стенок патрубка вокруг головки ГРВ-65 с фиксацией (например, полиэтиленовыми хомутами или проволокой) (рис. 1).

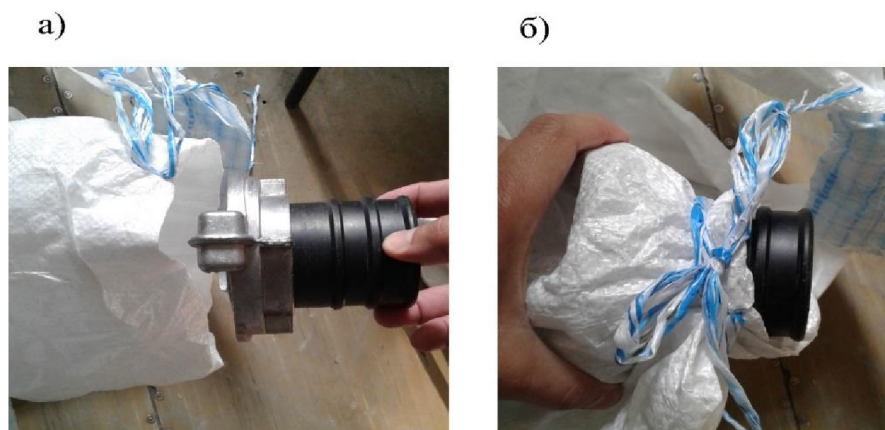


Рис. 1. Присоединение головки закачного трубопровода к рукаву ОФК: а – до присоединения; б – после присоединения

Предполагается размещение ОФК на паллетах (поддонах), что обеспечит беспрепятственный сток фильтрата в процессе обезвоживания (рис. 2).

Каждой ОФК после размещения на площадке присваивается порядковый номер с нанесением непосредственно на поверхности ОФК и в составляемой схеме размещения.

### 2. Опыт по закачиванию водоугольной пульпы и обезвоживанию шлама

Закачивание производится в ОФК циклично-поэтапно либо с использованием шламового насоса, либо непосредственно из трубопроводов радиального сгустителя по следующей схеме: закачивание пульпы в пустую ОФК – частичное обезвоживание – закачивание пульпы в частично заполненную обезвоженным шламом ОФК – частичное обезвоживание – ... и т.д. до полного заполнения объема ОФК шламом.

Подача и прекращение подачи пульпы в трубопровод осуществляется работником ПЕ ОФ посредством задвижки.

Последовательные присоединения трубопровода к ОФК осуществляется двумя работниками ПЕ ОФ согласно правилам безопасности. Два человека необходимы для перемещения закачного рукава от одной ОФК к другой ввиду значительной массы данного рукава, рассчитываемой по формуле:

$$m_p = \rho \cdot V \cdot L = 1500 \cdot \left( \frac{3,14 \cdot 0,065^2}{4} \right) \cdot 25 \approx 124 \text{ кг},$$





где  $\rho$  – плотность пульпы, предположительно  $1500 \text{ кг/м}^3$ ;  
 $V$  – объем одного погонного метра рукава диаметром 65 мм,  $V = 0,0332 \text{ м}^3$ ;  
 $L$  – длина трубопровода, ориентировочно 25 м.

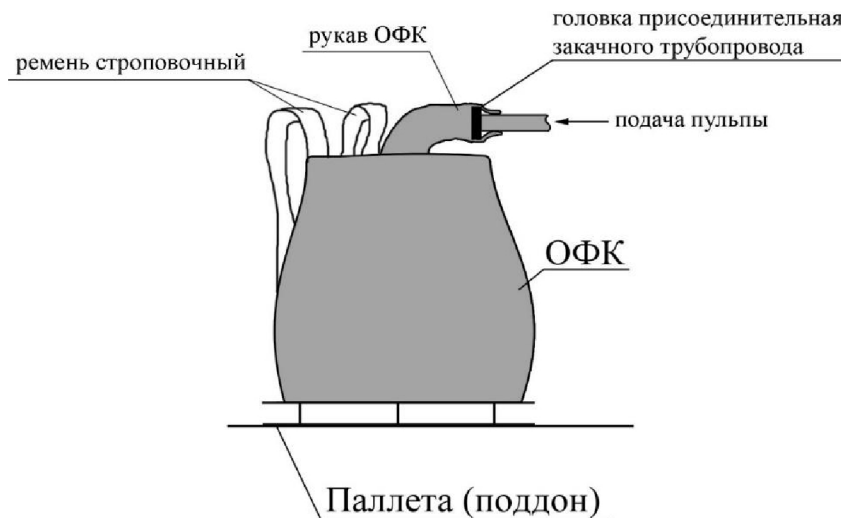


Рис. 2. Размещение ОФК на поддонах (паллетах).

Присоединительные рукава на заполненных ОФК завязываются с целью предотвращения вытекания пульпы. Обезвоживание шламового тела происходит самопроизвольно, фильтрат стекает самотеком в приемный зумпф, расположенный под радиальным сгустителем.

В данном опыте производится замер следующих *факторов*:

- гранулометрический состав шлама в закачиваемой водоугольной пульпе;
- гранулометрический состав шлама в стекаемом из ОФК фильтрате;
- влажность водоугольной пульпы;
- температура окружающего воздуха.

В данном опыте производится замер таких *откликов*, как:

- число циклов закачиваний  $j$  – от первого закачивания до полного заполнения ОФК шламом;
- время частичного заполнения ОФК  $t_j$  – от начала  $j$ -го цикла закачивания до полного заполнения ОФК пульпой;
- масса заполненной ОФК  $m_j$  (производится по возможности посредством динамометра и подъемного механизма);
- начальная высота ОФК  $H_j$  после очередного цикла заполнения ОФК пульпой;
- скорость уменьшения высоты шламового тела в ОФК в процессе обезвоживания – равно отношению изменения высоты шламового тела к фиксированному интервалу этого изменения (например, суткам):

$$I_j = \frac{H_{i-1} - H_i}{\Delta t} = \frac{\Delta H}{\Delta t}, \text{ см/сут.},$$

где  $H$  – высота шламового тела, см;

$i$  – порядковый номер измерения;

$\Delta t$  – интервал измерений, сут.

Высотой шламового тела является расстояние от верха поддона до верха ОФК. Измерения высоты шламового тела каждой ОФК производятся 1 раз в сутки посредством линейки (рулетки) и горизонтальной рейки;

- время частичного обезвоживания шлама в ОФК между циклами закачивания  $t_{0j}$  – это время наступления стабилизации высоты шламового тела от начала измерений, т.е. при уменьшении



интенсивности изменения высоты шламового тела менее чем на 10% при постоянном интервале этого изменения (сутки):

$$\left( \Delta I_j = \frac{H_{i-1} - H_i}{H_j - H_i} \right) < 0,1 \quad \text{при } \Delta t = \text{const.}$$

- время полного обезвоживания  $t_0$  – определяется как время от начала закачивания ОФК до достижения влажности шлама требуемого значения (планируемая конечная влажность шлама  $W \leq 20\%$ ).

Для каждого ( $j$ -го) цикла закачивания заполняется следующая таблица:

Цикл закачивания $j =$ _____				
№ ОФК	Время частичного заполнения $t_j$	Начальная высота $H_j$	Влажность пульпы $W_j$ , %	Температура воздуха, °С

**3. Опыт по определению влажности шламового тела** осуществляется между циклами закачивания по стандартной методике определения влажности сыпучих (связных) грунтов. Контроль окончания обезвоживания шлама после последнего цикла заполнения ОФК производится лабораторным контролем влажности шлама с периодическим (не реже 1 раза в неделю) отбором проб. Отбор проб проводится в соответствии с ГОСТ 12071-2014 «Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов» [28], т.е. бороздовым методом через присоединительный рукав ОФК без вскрытия ее оболочки. Пробы в герметичной упаковке доставляются в лабораторию для дальнейших лабораторных испытаний.

В данном опыте определяются следующие отклики:

- влажность шламового тела между циклами закачивания пульпы в ОФК;
- влажность шлама после последнего закачивания.

Определение влажности проб осуществляется в лабораторных условиях в соответствии с ГОСТ 30416-2012 «Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения» и ГОСТ 5180-84 «Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик» [29, 30]. Под грунтом здесь понимается образец шламового тела.

Влажность грунта  $W$  определяется как отношение массы воды, удаленной из грунта высушиванием до постоянной массы, к массе высушенного грунта, выраженное в процентах.

Для этого пробу грунта массой 15-50 г помещают в заранее высушенный, взвешенный и пронумерованный бокс и плотно закрывают крышкой. После этого пробу грунта взвешивают на электронных весах ScoutPro SPS402F и высушивают в сушильном шкафу в течение 3-5 часов при температуре  $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ . После этого бокс охлаждают в эксикаторе с хлористым кальцием до комнатной температуры и взвешивают. Циклы высушивания и охлаждения проводятся до разности масс грунта при последовательных взвешиваниях не более 0,02 г.

Расчет влажности образцов грунта производят по формуле:

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100,$$

где  $W$  – влажность образца, %;

$m$  – масса бокса с крышкой, г;

$m_1$  – масса бокса с крышкой и влажным грунтом, г;

$m_0$  – масса бокса с крышкой и сухим грунтом, г.

Обработка данных проводится в соответствии с ГОСТ 20522-96 «Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний» [31].

*Обоснование средств измерений*

В опыте №1 используется линейка (рулетка).

В опыте №2 используются линейка (рулетка), секундомер, термометр.

В опыте №3 используются весы электронные, термометр, сушильный шкаф, боксы, эксикатор.



### Обоснование способов обработки и анализа результатов эксперимента

Для обработки и анализа результатов эксперимента применяются методы регрессионного и статистического анализа.

### Выводы

По результатам, полученным в ходе эксперимента, вырабатываются рекомендации по обезвоживанию водоугольной пульпы в условиях обогатительных фабрик АО «СУЭК-Кузбасс». В дальнейшем нами запланирована опытно-промышленная проверка полученных в лабораторных условиях результатов, итоги которой позволят определить предпосылки для решения следующих задач:

- 1) Исследование возможности использования ОФК для различных условий обогатительных фабрик АО «СУЭК-Кузбасс»;
- 2) Изучение влияния гранулометрического состава угольного шлама на параметры его фильтрования в ОФК;
- 3) Исследование влияния применяемых при обогащении флокулянтов и иных добавок на характеристики шлама и процесса его фильтрования в ОФК;
- 4) Исследование возможности использования шлама в качестве разноцелевого абсорбента после дополнительной обработки;
- 5) Разработка технологии переработки угольного шлама для получения абсорбирующего материала.

### Список источников

1. Дяттеренко, Т.Д. Взаимодействие частиц в водоугольных суспензиях / Т.Д. Дяттеренко [и др.] // Химия твердого топлива, 1990. – №6. – С. 125-128.
2. Фоменко, Т.Г. Водно-шламовое хозяйство углеобогатительных фабрик / Т.Г. Фоменко, В.С. Бутовецкий, Е.М. Погарцева // М.: Недра, 1974. – 295 с.
3. Шпирт, М.Я. Использование твердых отходов добычи и переработки углей / М.Я. Шпирт, В.Б. Артемьев, С.А. Силотин // М.: «Горное дело», 2013. – 432 с.
4. Kalashnikov V.A., Gorbachev A.V. Some results of pilot tests of shell filter constructions made of geotextile and geotextile-like materials (2018). Journal of Mining and Geotechnical Engineering, 3(3):56.
5. Фоменко, Т.Г. Шламы, их улавливание и обезвоживание / Т.Г. Фоменко, И.С. Благоев, А.М. Коткин, В.С. Бутовецкий // М.: Недра, 1968. – 204 с.
6. Майдуков, Г.Л. Технология фильтрования продуктов обогащения углей / М.: Недра, 1975. – 143 с.
7. Беловолов, В.В. Техника и технология обогащения углей / В.В. Беловолов, Ю.Н. Бочков, М.В. Давыдов и др.; Под ред. В.А. Чантурия, А.Р. Моляво // М.: Наука, 1995. – 622 с.
8. Фридман, С.Э. Обезвоживание продуктов обогащения / С.Э. Фридман, О.К. Щербаков, А.М. Комлев // М.: Недра, 1988. – 240 с.
9. Thambimuthu K.V., Stover N.S.H., Whaley N. The mechanism of atomization of coal-water mixture. In: Third European conference on coal liquid mixtures. Malmö, Sweden 14-15 October 1987. JchemE Symposium series number 107 Rugby, UK / The Institution of Chemical Engineers, 1987. P. 133-149.
10. Жбырь Е.В. Комплексная переработка отходов предприятий угольной отрасли / Е.В. Жбырь // Химическое загрязнение среды обитания и проблемы экологии: Сбор. матер. 52-й науч.-практ. конф. – Кемерово, 2007. – С. 37-39.
11. Бабенко С.А., Семакина О.К., Гравер В.С. и др. Селекция тонкодисперсных частиц. – Деп. В ВИНТИ 15.07.99; № 2329-B99.
12. Schwarz O. Verbrennung von Staubkohle and Kohle – Wasser – Suspension in Wasserrohrkesseln // Brennst – Kraft. – 1964. №16. P. 273-277.
13. Glenn R.D. Coal slurry applications and technology. EPRI GS-7209, Palo Alto, CA, USA, Electric Power Research Institute, 1991. – 66 p.
14. Рубинштейн, Ю.Б. Проблема обогащения ультратонких угольных шламов / Ю.Б. Рубинштейн, И.Н. Никитин // Кокс и химия. – 1994. – № 8. – С. 4-8.
15. Branning M.L. Factors affecting the dewatering of coal refuse slurries using twin belt continuous filters / M.L. Branning, P.F. Richardson // Paper presented at Coal Prep 86, Lexington, Kentucky, April 28-30, 1986.
16. Гринман, И.Г. Контроль и регулирование процессов сгущения, фильтрования и сушки в цветной металлургии / И.Г. Гринман, Л.П. Ни, А.А. Бажанов, А.Е. Вдовина // Алма-Ата: Наука КазССР, 1981. – 246





с.

17. Небера, В.П. Флокуляция минеральных суспензий / М.: Недра, 1983. – 288 с.
18. Туровский И.С. Осадки сточных вод. Обезвоживание и обеззараживание. М.: ДеЛи принт, 2008. – 376 с.
19. Richardson P.F. Industrial Coagulants and Flocculants / P. F. Richardson, J. C. Lawrence // Reagents in Mineral Technology. Surfactant Science Series. Vol. 27. / Edits by P. Somasundaran, B.M. Moudgil. New York and Basel: Marcel Dekker Inc., 1988. – P. 519-558.
20. Жбырь Е.В. Разработка аппаратно-технологического процесса утилизации угольных шламов Кузбасса / Дис. ... канд. тех. наук. – Томск, 2009. – 120 с.
21. Еремеев Д.Н. Осветление шламовых вод и сгущение отходов флотации угольных шламов с применением полимерных флокулянтов // Вода: химия и экология. – 2012. – №2. – С. 63-66.
22. The NALCO Water Handbook / Nalco Chemical Company, Frank N. Kemmer Editor. 2nd Edition. McGraw-Hill, 1988. 1120 p.
23. Test Procedure: Free Drainage Jar Test. Form 648. Nalco, 2004. 2 p.
24. Sludge Dewatering. Andrézieux Cedex: SNF FLOERGER, 2003. 36 p.
25. Laboratory Tests with Praestol Flocculants. Ashland Deutschland GmbH, 2006. 24 p.
26. Wooley J. F. Operational Control Tests for Wastewater Treatment Facilities. Specific Resistance Test. Student Workbook. Albany: Linn-Benton Community College, 1981. 18 p.
27. Cheremisinoff N.P. Liquid Filtration (2nd Edition). Woburn: Butterworth-Heinemann, 1998. 326 p.
28. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
29. ГОСТ 30416-2012 Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения.
30. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
31. ГОСТ 20522-96 «Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний».

## References

1. Dyagterenko, T.D. Vzaimodeystvie chastits v vodougol'nykh suspenziyakh / T.D. Dyagterenko [i dr.] // Khimiya tverdogo topliva, 1990. – №6. – S. 125-128.
2. Fomenko, T.G. Vodno-shlamovoe khozyaystvo ugleobogatitel'nykh fabrik / T.G. Fomenko, V.S. Butovetskiy, E.M. Pogartseva // М.: Nedra, 1974. – 295 s.
3. Shpirt, M.Ya. Ispol'zovanie tverdykh otkhodov dobychi i pererabotki ugley / M.Ya. Shpirt, V.B. Artem'ev, S.A. Silyutin // М: «Gornoe delo», 2013. – 432 s.
4. Kalashnikov V.A., Gorbachev A.V. Some results of pilot tests of shell filter constructions made of geotextile and geotextile-like materials (2018). Journal of Mining and Geotechnical Engineering, 3(3):56.
5. Fomenko, T.G. Shlamy, ikh ulavlivanie i obezvozhivanie / T.G. Fomenko, I.S. Blagov, A.M. Kotkin, V.S. Butovetskiy // М.: Nedra, 1968. – 204 s.
6. Maydukov, G.L. Tekhnologiya fil'trovaniya produktov obogashcheniya ugley / М.: Nedra, 1975. – 143 s.
7. Belovolov, V.V. Tekhnika i tekhnologiya obogashcheniya ugley / V.V. Belovolov, Yu.N. Bochkov, M.V. Davydov i dr.; Pod red. V.A. Chanturiya, A.R. Molyavko // М.: Nauka, 1995. – 622 s.
8. Fridman, S.E. Obezvozhivanie produktov obogashcheniya / S.E. Fridman, O.K. Shcherbakov, A.M. Komlev // М.: Nedra, 1988. – 240 s.
9. Thambimuthu K.V., Stover N.S.H., Whaley N. The mechanism of atomization of coal-water mixture. In: Third European conference on coal liquid mixtures. Malmo, Sweden 14-15 October 1987. JchemE Symposium series number 107 Rudby, UK / The Institution of Chemical Engineers, 1987. P. 133-149.
10. Zhbyr' E.V. Kompleksnaya pererabotka otkhodov predpriyatiy ugol'noy otrasli / E.V. Zhbyr' // Khimicheskoe zagryaznenie sredy obitaniya i problemy ekologii: Sbor. mater. 52-y nauch.-prakt. konf. – Kemerovo, 2007. – S. 37-39.
11. Babenko S.A., Semakina O.K., Graver V.S. i dr. Seleksiya tonkodispersnykh chastits. – Dep. V VINITI 15.07.99; № 2329-V99.
12. Schwarz O. Verbrennung von Staubkohle and Kohle – Wasser – Suspension in Wasserrohrkesseln // Brennst – Kraft. – 1964. №16. P. 273-277.
13. Glenn R.D. Coal slurry applications and technology. EPRJ GS-7209, Palo Alto, CA, USA, Electric Power Research Institute, 1991. – 66 p.
14. Rubinshteyn, Yu.B. Problema obogashcheniya ul'tratonkikh ugol'nykh shlamov / Yu.B. Rubinshteyn, I.N. Nikitin // Koks i khimiya. – 1994. – № 8. – S. 4-8.
15. Branning M.L. Factors affecting the dewatering of coal refuse slurries using twin belt continuous filters / M.L. Branning, P.F. Richardson // Paper presented at Coal Prep 86, Lexington, Kentucky, April 28-30, 1986.
16. Grinman, I.G. Kontrol' i regulirovanie protsessov sgushcheniya, fil'trovaniya i sushki v tsvetnoy metal-lurgii / I.G. Grinman, L.P. Ni, A.A. Bazhanov, A.E. Vdovina // Alma-Ata: Nauka KazSSR, 1981. – 246 s.



17. Nebera, V.P. Flokulyatsiya mineral'nykh suspenziy / M.: Nedra, 1983. – 288 s.
18. Turovskiy I.S. Osadki stochnykh vod. Obezvozhivanie i obezzarazhivanie. M.: DeLi print, 2008. – 376 s.
19. Richardson P.F. Industrial Coagulants and Flocculants / P. F. Richardson, J. C. Lawrence // Reagents in Mineral Technology. Surfactant Science Series. Vol. 27. / Edits by P. Somasundaran, B.M. Moudgil. New York and Basel: Marcel Dekker Inc., 1988. – P. 519-558.
20. Zhbyr' E.V. Razrabotka apparaturno-tehnologicheskogo protsessa utilizatsii ugol'nykh shlamov Kuzbassa / Dis. ... kand. tekhn. nauk. – Tomsk, 2009. – 120 s.
21. Eremeev D.N. Osvetlenie shlamovykh vod i sgushchenie otkhodov flotatsii ugol'nykh shlamov s primeneniem polimernykh flokulyantov // Voda: khimiya i ekologiya. – 2012. – №2. – S. 63-66.
22. The NALCO Water Handbook / Nalco Chemical Company, Frank N. Kemmer Editor. 2nd Edition. McGraw-Hill, 1988. 1120 p.
23. Test Procedure: Free Drainage Jar Test. Form 648. Nalco, 2004. 2 p.
24. Sludge Dewatering. Andrézieux Cedex: SNF FLOERGER, 2003. 36 p.
25. Laboratory Tests with Praestol Flocculants. Ashland Deutschland GmbH, 2006. 24 p.
26. Wooley J. F. Operational Control Tests for Wastewater Treatment Facilities. Specific Resistance Test. Student Workbook. Albany: Linn-Benton Community College, 1981. 18 p.
27. Cheremisinoff N.P. Liquid Filtration (2nd Edition). Woburn: Butterworth-Heinemann, 1998. 326 p.
28. GOST 12071-2014 Grunty. Otkor, upakovka, transportirovanie i khranenie obraztsov.
29. GOST 30416-2012 Grunty. Laboratornye ispytaniya. Obshchie polozeniya.
30. GOST 5180-84 Grunty. Metody laboratornogo opredeleniya fizicheskikh kharakteristik.
31. GOST 20522-96 «Grunty. Metody statisticheskoy obrabotki rezul'tatov ispytaniy».

#### Авторы

##### Гаршин Олег Олегович,

главный технолог ПЕ ОФ (ш. им. С.М. Кирова)  
e-mail: GarshinOO@suek.ru

##### Старцева Жанна Фларетовна

начальник цеха основного производства ПЕ ОФ  
(ш. им. С.М. Кирова)  
e-mail: StartsevaZhF@suek.ru

АО «СУЭК-Кузбасс»

Российская Федерация,

652507, г. Ленинск-Кузнецкий, ул. Васильева, 1

#### Authors

##### Oleg O. Garshin

Chief technologist of PF CP (S.M. Kirov mine)  
e-mail: GarshinOO@suek.ru

##### Zhanna F. Startseva

Foreman of the main production workshop of PF CP  
(S.M. Kirov mine)  
e-mail: StartsevaZhF@suek.ru

JSC “SUEK-Kuzbass”

Leninsk-Kuznetsky, 1 Vasil'eva st., 6525076 Russian Federation

#### Библиографическое описание статьи

Гаршин, О.О. Методика проведения эксперимента по обезвоживанию водоугольной пульпы в условиях обогатительной фабрики шахты им. С.М. Кирова / О.О. Гаршин, Ж.Ф. Старцева // Техника и технология горного дела. – 2019. – № 2 (5). – С. 33-41.

#### Cite this article

Garshin O.O., Startseva Z.A. (2019) Experimental technique of the coal-water pulp dewatering at S.M. Kirov mine's concentrating plant, *Journal of mining and geotechnical engineering*, 2(5):33.