

DOI: 10.34031/article_5d35d0b65fa355.43100608

¹Фадин Ю.М., ¹Хахалев П.А., ^{1,*}Трапезникова Е.Г.¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

*E-mail:katyfkaja@gmail.com

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ГИДРОЦИКЛОНА ОТ ИЗНОСА

Аннотация. В работе рассмотрен процесс производства портландцемента по мокрому способу производства. Портландцемент – это вяжущее гидравлическое вещество, которое получают помолом цементного клинкера, гипса и добавок. В составе добавок обычно силикаты кальция. Производство портландцемента состоит из множества процессов, таких как: дробление клинкера, гипсового камня, подготовку минеральных добавок (дробление, сушку), помол клинкера с гипсом и минеральными добавками, складирование, упаковку и отправку цемента потребителю. Так как помол осуществляется в замкнутом цикле, необходимо выбрать классифицирующее оборудование. Для этого был проведен анализ, в ходе которого выявлено, что гидроциклон является наиболее универсальным и менее затратным в эксплуатации классифицирующим оборудованием. После изучения конструкции гидроциклона обнаружен существенный недостаток, который оказывает влияние на долговечность и эффективность работы, это повышенный износ рабочих поверхностей гидроциклона. Степень изнашивания поверхностей гидроциклона зависит как от характера воздействия пульпы, так и от механических характеристик материала, из которого изготовлены рабочие поверхности гидроциклона. Данная статья посвящена изучению особенностей наиболее популярных и часто используемых износостойких материалов для защиты рабочих поверхностей от износа.

Ключевые слова: портландцемент, гидроциклон, износ, эффективность работы, долговечность, износостойкие материалы, классификация, каменное литье, эластомеры, высокомарганцовистые стали, износостойкие наплавки и покрытия.

Введение. Важнейшим направлением в развитии ресурсосберегающих технологий является повышение технико-экономических показателей комплексной переработки минерального сырья. Совершенствование существующих производств экономически более целесообразным чем расширение их [1].

Постановка проблемы. Процесс измельчения это один из самых затратных в производстве портландцемента по мокрому способу [2–5]. Правильный и эффективный процесс классификации в значительной степени определяет работу контура измельчения в связке мельница-классификатор. Среди многообразия различных типов классифицирующего оборудования гидроциклоны наиболее универсальное, простое, компактное и менее затратное в эксплуатации оборудование, конструкция которого представлена на рис. 1 [6–7].

Долговечность и эффективность работы гидроциклонов в значительной мере определяется износостойкостью его прочностных частей. Износ данных частей возникает в следствии воздействия гидроабразивной пульпы на рабочие поверхности патрубков, песковых насадок и сливных патрубков.

Износ основных поверхностей приводит к изменению параметров и зависит как от влияния пульпы, так и от механических характеристик материала [8].

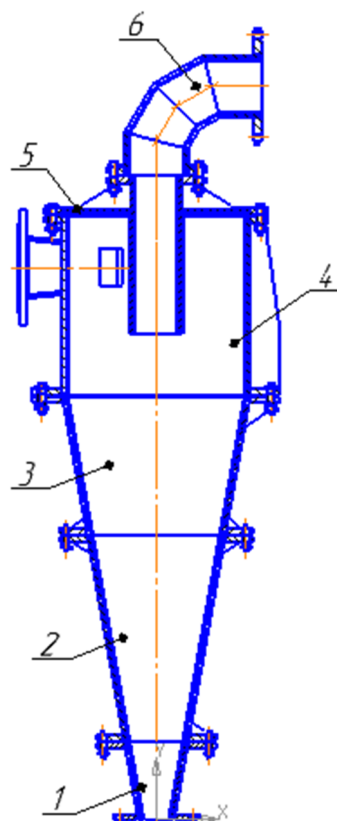


Рис. 1. Гидроциклон: 1 – насадка; 2 – нижний конус; 3 – верхний конус; 4 – раскручиватель; 5 – крышка; 6 – отвод.

Выбор материала, для защиты быстроизнашивающихся деталей, зависит от конструкции, ее назначения, условий эксплуатации, технологии изготовления детали и срока службы.

Результаты исследования. Сейчас для повышения износостойкости рабочих поверхностей и отдельных деталей гидроциклона применяют следующие материалы:

1. *Каменное литье.* Данный материал искусственно получают из диабазов, базальтов, доменных шлаков или шлаков производства ферромарганца. Каменное литье имеет сложное кристаллическое строение, пример изображения представлен на рис. 2.

Как и любой материал, каменное литье обладает преимуществами, такими как высокая сопротивляемость к истиранию и высокая твердость, и рядом существенных недостатков - низкая термостойкость, отсутствует возможность эксплуатировать изделия при температурах выше 150 °С, ограничение размеров готового изделия при отливках, высокая хрупкость.

Основными производителями данного материала в России являются: "Первоуральский завод горного оборудования" которые производят из каменного литья плитки и желоба камнелитье, изделия и трубы, футерованные каменным литьем; "МетЛесПром" – изготавливают вкладыши для футеровки труб большого диаметра, желоба, тетки, плиты; "Альтернатива" – изготавливают трубы, отводы, гидроциклоны, футерованные каменным литьем.



Рис. 2. Плитка из каменного литья

2. *Эластомеры.* Для борьбы с абразивным износом используют гуммирование деталей специальными сортами резины. Основными показателями характеризующие резину являются эластичность по отскоку, модуль упругости и относительное удлинение.

Также для гуммирования используют полиуретаны, рисунок 3. Они обладают отличной стойкостью к абразивному износу, низким коэффициентом сцепления и гладкой, непористой поверхностью, а также хорошей эластичностью и стойкостью к ударным нагрузкам. Основные производители: «ВИТУР»; «Производство «Эластопласт»»; «Полиуретан».

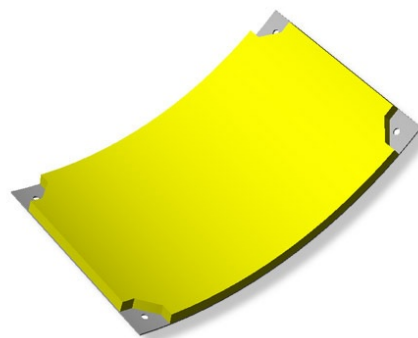


Рис. 3. Футеровка металла полиуретаном.

3. *Износостойкие высокомарганцовистые стали.* Данные стали характеризуются высоким содержанием марганца, от 11 до 14 %. Износостойкость этих сталей, определяется механическим упрочнением, чем больше наклепываемость стали, тем выше удельная нагрузка. Высокую прочность стали получают при основательной вязкости. Изделия из данной стали получают высокую износостойкость при больших удельных давлениях и нагрузках.

Взамен высокомарганцевых сталей, за рубежом часто используют, для защиты от износа и налипания, стали типа Hardox с содержанием марганца 1.6 %, при этом сталь является высоколегированной [9]. Основным поставщиком листов Hardox является компания "Hardox Wearparts".

4. *Износостойкие наплавки и покрытия.* Наплавка позволяет возможность создать биметаллические изделия с такими показателями защитного слоя, как высокая твердость и абразивная стойкость, рис. 4.

Наплавку выполняют на сталях углеродистых и низколегированных, а также сталей аустенитных и марганцовистых.

Существуют различные способы нанесения износостойкой наплавки: ручная (электродами); полуавтоматическая и автоматическая (порошковая проволока); газопламенная; напыление порошковыми сплавами; плазменная; наплавка с применением присадочный шнуровых материалов.

Для износостойкой наплавки применяют: сплавы на основе железа (мартенситные, аустенитные и карбидосодержащие); сплавы на основе никеля и кобальта.

Стабильные технологические показатели работы оборудования возможно обеспечить установкой износостойких футеровок, которые позволяют в течение длительного времени поддерживать неизменными геометрические параметры изделия и обеспечивать [10]. Основные компании которые занимаются защитой оборудования используя износостойкие наплавки являются компании «ТЕХНОИНКОМ»; «Винк»; «АЙРИХ».

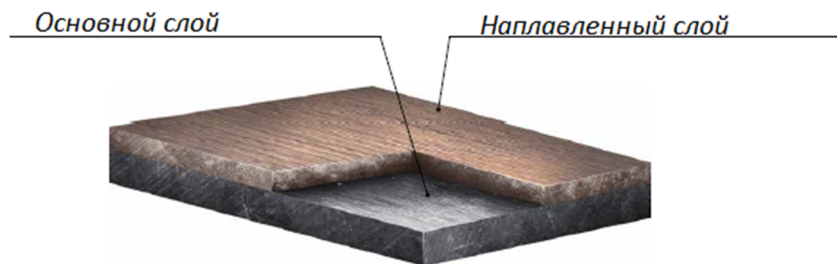


Рис. 4. Биметаллический лист

Вывод. Важным значением для промышленности является выбор материала наименее подверженного к абразивному износу и разработка методики ее оценки. Поэтому для использования конкретного материала в качестве износостойкого слоя необходим научно обоснованный подход учетом конкретных условий эксплуатации оборудования и отдельных его узлов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Торопов О.А. Совершенствование технологии обогащения магнетитовых кварцитов путем повышения эффективности гидроциклонирования: дис.... канд. тех. наук. М., 2009. 120 с.
2. Сапожников М.Я. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий. Учебник для вузов. М.: Машгиз, 1962. 522 с.
3. Богданов В.С. Механическое оборудование предприятий промышленности стройматериалов. учеб. пособие. Белгород: БелГТАСМ, 1996. 102 с.
4. Bogdanov V.S., Eltsov M.Yu., Khakhalev P.A., Shirokova L.Yu. Engineering design of mechanical equipment for the production of cement on basis of configurators // ZKG. 2017. №05. Pp. 64–66.
5. Богданов В.С., Фадин Ю.М., Латышев С.С. Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов: межвуз. сб. ст. / Под ред. В.С. Богданова. Белгород.2011. Вып. X. С. 10–12.
6. Шестов Р.Н. Гидроциклоны. Л: Машиностроение, 1967. 80 с.
7. Терновский, И.Г. Гидроциклонирование М.: Наука, 1994. 350 с.
8. Шагарова О.Н. Гидроабразивное изнашивание рабочих поверхностей гидроциклона в зависимости от гранулометрического состава и содержания твердой фазы в перерабатываемой пульпе. [Электронный ресурс] Систем. требования: Web-browser (Internet Explorer). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/gidroabrazivnoe-iznashivanie-rabochih-poverhnostey-gidrotsyklona-v-zavisimosti-ot-granulometricheskogo-sostava-i-soderzhaniya> (дата обращения 03.02.2019)
9. Сидоров К.С. Обзор материалов для защиты рабочих поверхностей горных машин от износа. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Web-browser (Internet Explorer). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/obzor-materialov-ispolzuemyh-dlya-zaschity-rabochih-poverhnostey-gornyh-mashin-ot-iznosa> (дата обращения 03.02.2019)
10. Энциклопедия по машиностроению/Материалы высокой твердости. [Электронный ресурс]. Систем. требования: Web-browser (Internet Explorer). URL: <http://mash-xxl.info/info/115537/> (дата обращения 03.02.2019)

Информация об авторах

Фадин Юрий Михайлович, кандидат технических наук, профессор кафедры технологического оборудования и машиностроения. E-mail: Fadin.y@mail.ru Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Хахалев Павел Анатольевич, кандидат технических наук, кафедры технологического оборудования и машиностроения. E-mail: Pavel.hahalev@gmail.com Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Трапезникова Екатерина Геннадьевна, магистрант кафедры технологического оборудования и машиностроения. E-mail: katyfkaja@gmail.com. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в апреле 2019 г.

© Фадин Ю.М., Хахалев П.А., Трапезникова Е.Г., 2019

¹Fadin Yu.M., ¹Khakhalev P.A., ^{1,*}Trapeznikova E.G.

¹Belgorod state technological university of V.G. Shukhov
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukov, 46.

*E-mail:katyfkaja@gmail.com

MODERN TECHNOLOGIES OF MATERIALS FOR PROTECTION THE WORKING SURFACES OF HYDROCLONE AGAINST WEAR

Abstract. The article considers the process of portland cement production by wet process. Portland cement is a hydraulic binder that is produced by cement clinker, gypsum and additives. Calcium silicates are commonly used as additives. Portland cement production consists of following processes: crushing of clinker and gypsum stone; preparation of mineral additives (crushing, drying); grinding of clinker with active mineral additives and gypsum; storage, packaging and shipping the cement to consumer. Since grinding is carried out in a closed cycle, it is necessary to select the classifying equipment. For this purpose, an analysis is made, which reveals that the hydrocyclone is the most multi-purpose and less expensive in operation of classifying equipment. The study of the hydrocyclone design demonstrates a significant drawback in the form of increased wear of the hydrocyclone working surfaces, which has an impact on durability and work efficiency. The degree of wear the hydrocyclone surfaces depends on the nature of the pulp impact and the mechanical characteristics of material of the hydrocyclone working surface. This article is devoted to the study of the most popular and frequently used wear-resistant materials to protect work surfaces from wear.

Keywords: portland cement, hydrocyclone, wear, performance, work efficiency, durability, wear-resistant materials, classification, stone casting, elastomers, high-manganese steel, wear-resistant surfacing and coatings.

REFERENCES

1. Toropov O.A. Improvement of the enrichment technology of magnetite quartzite by means of increasing the efficiency of hydro-cloning [Sovershenstvovanie tekhnologii obogashcheniya magnetitovykh kvarcitov putem povysheniya effektivnosti gidrociklonirovaniya]: dis ... cand. those. sciences. M., 2009. 120 p. (rus)
2. Sapozhnikov M.Ya. Mechanical equipment for the production of building materials and products. Textbook for technical colleges [Mekhanicheskoe oborudovanie dlya proizvodstva stroitel'nykh materialov i izdelij]. M.: Mashgiz, 1962. 522 p. (rus)
3. Bogdanov V.S. Mechanical equipment of enterprises of building materials industry-alov [Mekhanicheskoe oborudovanie predpriyatij promyshlennosti strojmaterialov]. Studies. Allowance. Belgorod: BelGTASM, 1996. 102 p. (rus)
4. Bogdanov, V.S., Eltsov, M.Yu., Khakhalev, P.A., Shirokova L.Yu. .. Engineering design of a canabis equipment. ZKG. 2017. No. 05. Pp. 64–66.
5. Bogdanov V.S., Fadin Yu.M., Latyshev S.S. Energy-saving technological complexes and equipment for the production of building materials [Energoberegayushchie tekhnologicheskie komplekсы i oborudovanie dlya proizvodstva stroitel'nykh materialov]: Interst. Sat Art. Ed. Vs Bogdanov. Belgorod, 2011. Issue X. Pp. 10–12. (rus)
6. Shestov R.N. Hydrocyclones [Gidrociklony]. L: Mechanical Engineering, 1967.80 p. (rus)
7. Ternovsky I.G. hydro-cloning [Gidrociklonirovaniya]. M.: Science, 1994. 350 p. (rus)
8. Shagarova O.N. Hydroabrasive wear of working surfaces of a hydrocyclone depending on the particle size distribution and the solids content in the processed pulp [Gidroabrazivnoe iznashivanie rabochih poverhnostey gidrociklona v zavisimosti ot granulometricheskogo sostava i sodержaniya tverdoj fazy v pererabatyvaemoj pul'pe]. Systems. Requirements: Web-browser (Internet Explorer). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/gidroabrazivnoe-iznashivanie-rabochih-poverhnostey-gidrotsiklona-v-zavisimosti-ot-granulometricheskogo-sostava-i-soderzhaniya> (appeal date 03.02.2019). (rus)
9. Sidorov K.S. Overview of materials to protect the working surfaces of mining machines from the nose [Obzor materialov dlya zashchity rabochih poverhnostey gornyh mashin ot iznosa]. Systems Requirements: Web-browser (Internet Explorer). URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/obzor-materialov-ispolzuemyh-dlya-zashchity-rabochih-poverhnostey-gornyh-mashin-ot-iznosa> (appeal date 03.02.2019). (rus)
10. Encyclopedia of mechanical engineering / High hardness materials [Materialy vysokoj tverdosti]. Systems Requirements: Web-browser (Internet Explorer). URL: <http://mash-xxl.info/info/115537/> (address of 03.02.2019). (rus)

Information about the authors

Fadin, Yuri M. PhD, Professor. E-mail: Fadin.y@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Khakhalev, Pavel A. PhD. E-mail: Pavel.hahalev@gmail.com. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Trapeznikova, Ekaterina G. Master student. E-mail: katyfkaja@gmail.com. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in April 2019

Для цитирования:

Фадин Ю.М., Хахалев П.А., Трапезникова Е.Г. Современные технологии материалов для защиты рабочих поверхностей гидроциклона от износа // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 7. С. 135–139. DOI: 10.34031/article_5d35d0b65fa355.43100608

For citation:

Fadin Yu.M., Khakhalev P.A., Trapeznikova E.G. Modern technologies of materials for protection the working surfaces of hydroclone against wear. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No. 7. Pp. 135–139. DOI: 10.34031/article_5d35d0b65fa355.43100608