

Автоматизированная система контроля нижнего положения конуса дробилки ККД-1500/180-ГВП обогатительной фабрики АО «Лебединский ГОК» на основе бесконтактного индуктивного датчика положения

М.Е. Тараненко

Губкинский филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», г. Губкин, Россия

Аннотация: В статье рассматривается разработка автоматизированной системы контроля нижнего положения конуса дробилки ККД-1500/180-ГВП обогатительной фабрики АО «Лебединский ГОК» на основе бесконтактного индуктивного датчика положения. Целью работы данной системы является своевременное информирование технологического персонала о нерегламентном опускании конуса дробилки до нижнего уровня, с последующим оперативным принятием мер по устранению или ремонта гидроагрегата дробилки, а также постоянное поддержание оптимального режима дробления руды с заданными качественными характеристиками по крупности. Предлагаемая в статье автоматизированная система контроля нижнего положения конуса дробилки позволит сократить потери концентрата обогатительной фабрики, повысить эффективность производства за счёт сокращения удельного расхода электроэнергии, а также улучшить условия труда персонала.

Ключевые слова: дробление железистых кварцитов, фабрика обогащения, дробилка конусная, гранулометрический состав руды, автоматизированная система контроля положения конуса дробилки.

Устройство и работа дробилки ККД-1500/180-ГВП

На обогатительной фабрике (ОФ) АО «Лебединский ГОК» установлено и эксплуатируется 4 однотипных дробилки ККД-1500/180-ГВП производства Уральского завода тяжелого машиностроения (УЗТМ).

Дробилки ККД-1500/180-ГВП предназначены для первичного крупного дробления железистых кварцитов из карьера рудоуправления с временным сопротивлением сжатию до 250 МПа (2500 кгс/см²), с влажностью до 4% [1 - 3].

Конусная дробилка ККД-1500/180-ГВП выполнена по классической схеме, общий вид представлен на рисунке 1.

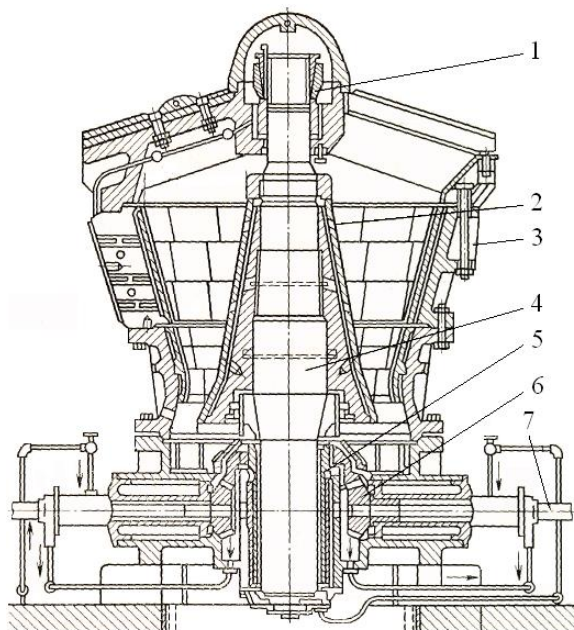


Рис. 1. - Дробилка конусная крупного дробления ККД:

1 - верхнее подвесное устройство гидравлического типа; 2 - подвижный конус дробилки; 3 - неподвижная футерованная чаша; 4 - конусный вал; 5 - эксцентрик; 6 - коническая шестерня привода; 7 - вал привода

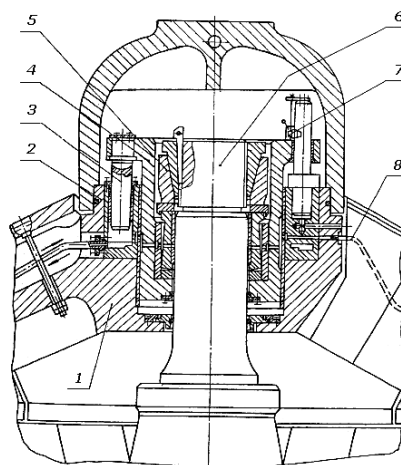


Рис. 2. - Гидравлический верхний подвес (ГВП):

1 - траверса; 2 - корпус гидроблока; 3 - плунжер; 4 - стакан; 5 - верхний резьбовой подвес; 6 - конус дробящий; 7 - указатель подъема дробящего конуса; 8 - подвод смазки

Конусная дробилка ККД-1500/180-ГВП выполнена в исполнении с гидравлическим верхним подвесом (ГВП), который является исполнительным механизмом регулирования разгрузочной щели.

Схема конструкция гидравлического верхнего подвеса дробилки ККД-1500/180-ГВП приведена на рисунке 2.

По мере износа брони при работе дробилки происходит увеличение разгрузочной щели. Чтобы сохранить требуемый гранулометрический состав продукта, необходимо поддерживать постоянный размер разгрузочной щели дробилок [4 - 6].

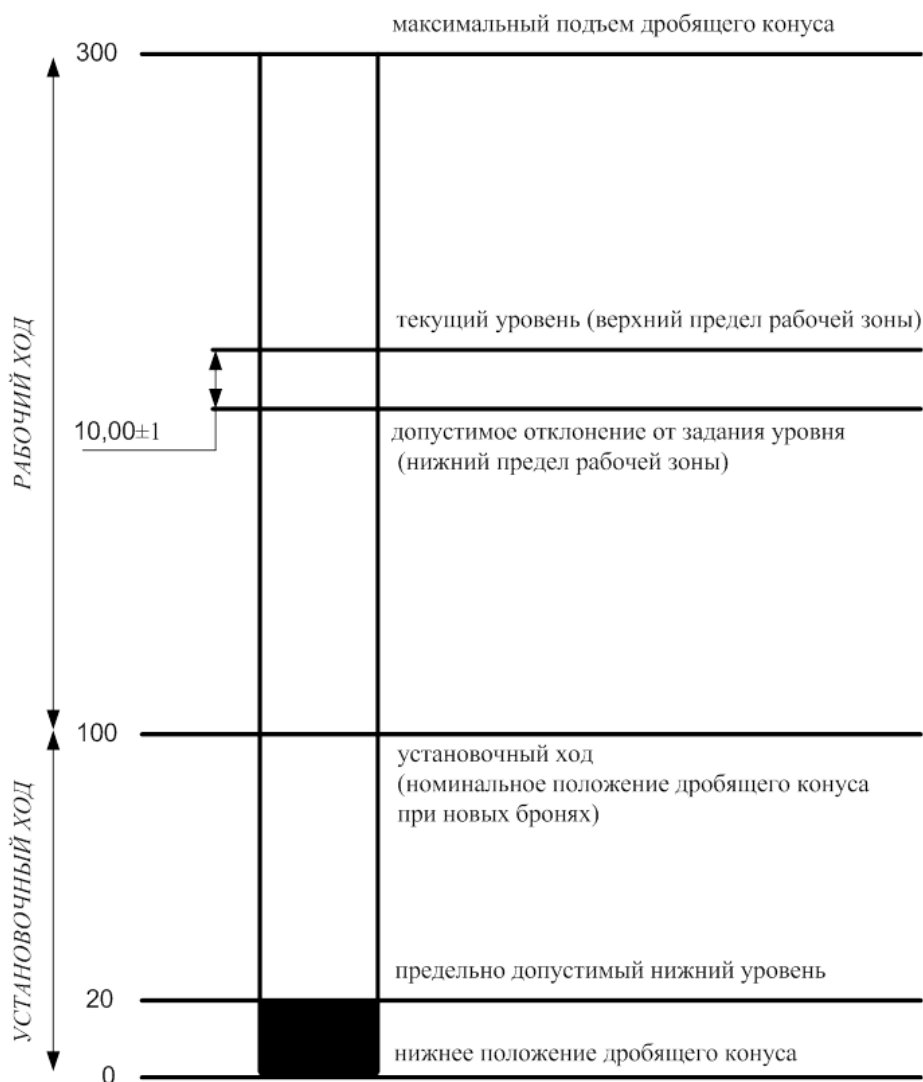


Рис. 3. - Структура хода дробящего конуса дробилки

Регулировка размера разгрузочной щели достигается вертикальным перемещением (подъемом или опусканием) дробящего конуса дробилки.

Полное перемещение дробящего конуса в диапазоне 0...300 мм.

Номинальное высотное положение дробящего конуса при новых бронях, соответствующего размеру разгрузочной щели 230 мм, равно 100 мм.

Предельно допустимый нижний уровень дробящего конуса – 20 мм.

Рабочий ход на компенсацию износа броней от 100 до 300 мм.

Структура хода дробящего конуса дробилки приведена на рисунке 3.

Структура хода дробящего конуса дробилки:

- установочный ход 0-100 мм (установка конуса);
- рабочий ход 100-300 мм (компенсация износа броней);
- аварийный нижний предел высотного положения конуса - 20 мм [7].

Анализ научных трудов повышения эффективности работы конусных дробилок доказывает актуальность задачи стабилизации оптимального высотного положения конуса, предлагаемые решения представлены в работах:

В работах [1 - 3] детально описаны отечественные и зарубежные конструкции конусных дробилок, рассмотрены методы расчета их конструктивных и технологических параметров, приведены результаты экспериментальных исследований технологических и механических режимов эксплуатации, освещены основы автоматизации управления дробильными машинами и процессами дробления.

В работах [4 - 6] показана важность методологии регулирования положения конуса (щели) конусной дробилки для эффективного дробления. В работе [4] представлен метод прогнозирования производительности дробилки и распределения продукта по гранулометрическому составу. В работе [5] представлен метод оптимизации геометрии рабочей камеры конусной дробилки с использованием множества ограничений. В работе [6]

представлены результаты исследований влияния размера щели дробилки на совокупное распределение продукта по крупности.

В работе [7] представлены исследования эффективности режимов работы конусной дробилки и ее производительности с целью проектирования геометрии рабочей камеры.

В работе [8] представлен подход оптимального управления конусными дробилками (поддержание заданного размера разгрузочной щели дробилки) с использованием датчиков прямого измерения износа футеровки.

В работе [9] представлен вариант системы управления конусной дробилкой на основе бесконтактного гранулометра выходного продукта с использованием регулирования перемещения конуса по вертикали с помощью гидроцилиндра.

В работе [10] рассмотрены основные достижения науки и техники в сфере машиностроения, разработан вариант модернизации дробильного оборудования для решения проблемы продления ресурса работы дробилки, упрощения обслуживания и ремонта, достижения хорошего экономического эффекта и повышения качества готового продукта.

Описание существующей автоматизированной системы поддержания высотного положения дробящего конуса (АСП-ВПК) дробилки ККД-1500/180-ГВП

1. Автоматизированная система поддержания высотного положения дробящего конуса (АСП-ВПК) предназначена для выполнения следующих функций:

- непрерывного контроля высотного положения дробящего конуса;
 - автоматического поддержания заданного текущего положения дробящего конуса (после установки требуемой разгрузочной щели);
 - для корректирующего изменения текущего положения дробящего
-

конуса с целью компенсации увеличения разгрузочной щели от износа броней [8 - 10].

2. Устройство системы.

В основе системы лежит установка в пространстве под колпаком траверсы ультразвукового бесконтактного датчика, место установки показано на рисунках 4 и 5. Датчик устанавливается на колонне, его излучение отражается от верхнего торца стакана, который кинематически жестко связан с дробящим конусом. По отраженному лучу определяется расстояние от датчика до стакана с помощью вторичной аппаратуры, установленной в шкафу управления. Информация о высотном положении дробящего конуса отображается на цифровом табло графического индикатора на ящике управления гидроагрегатом, и по интерфейсному выходу индикатора может передаваться в АСУ ТП дробильного отделения.

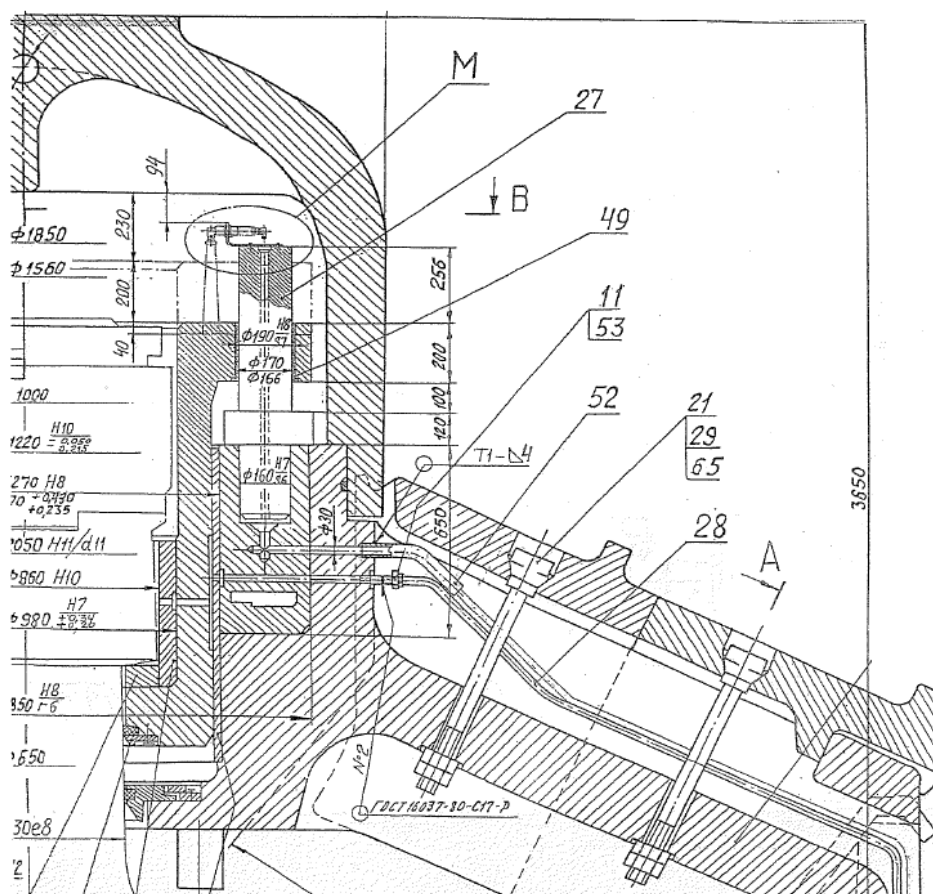


Рис. 4. - Траверза дробилки ККД

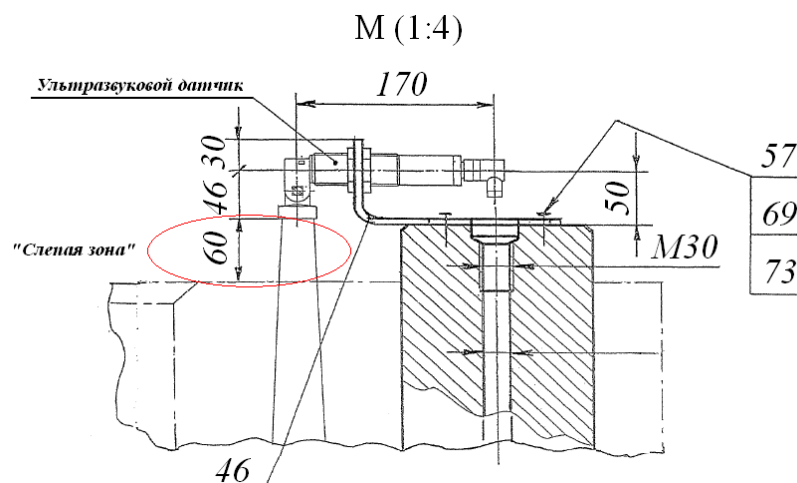


Рис. 5. - Расположение ультразвукового датчика на дробилке ККД

Автоматизированная система поддержания высотного положения конуса (АСП-ВПК) не работает в условиях цеха дробления обогатительной фабрики АО «Лебединский ГОК» по причинам:

- в гидросистеме верхнего подвеса (из-за длительного нахождения траверсы на не закрытой ремонтной площадке) невозможно обеспечить чистоту (попадает мелкая пыль, кусочки руды, и т.д.) масла, что становится причиной неплотного перекрытия элементов гидравлики (клапанов, вентилях, переключателей и т.п.), и, как следствие, утечка масла, приводящая к многократным повторным переподъемам конуса;

- прямой контроль предельно-допустимого нижнего уровня конуса в системе АСП-ВПК - отсутствует (данная зона находится вне видимости датчика положения); требуется диапазон измерения $60 \text{ мм} + 300 \text{ мм} = 360 \text{ мм}$ (по факту предел 300 мм, где 60 мм – высота первоначального отрыва датчика от стакана в верхнем положении (рисунок 5), 300 мм – рабочий ход стакана);

- установленный и предложенный заводом изготовителем ультразвуковой датчик имеет «слепую» зону 0...60 мм. от датчика (рисунок 5), тем самым ограничивается рабочий ход подвеса с 300 мм. до 240 мм, что

не достаточно, также при удалении от датчика на 250 мм, он работает нестабильно (показания меняются);

- предложенная конструкция кронштейна крепления датчика положения не обеспечивает жесткости конструкции (не исключает тряски во время работы под нагрузкой из-за чего искажаются показания прибора);

- при переподъеме стакана (выход по плунжеру более 300 мм) происходили повреждения ультразвукового датчика, конструкция крепления не защищает датчик от механических воздействий;

- ультразвуковой датчик положения не работает при температурах ниже -15°C ;

- при выставлении заданного положения включается «Запрет разгрузки», что негативно сказывается на ритмичности разгрузки думпкаров специализированных электропоездов на приёмном бункере;

- на цифровом табло отражается не разгрузочная щель, а расстояние от головки ультразвукового датчика положения до верхнего торца стакана подвеса;

- высокая цена ультразвукового датчика положения;

- для обслуживания или замены ультразвукового датчика положения требуется длительный простой дробилки (от 12 до 20 часов) связанный с ошуровкой приемного бункера от остатков руды, демонтаж-монтаж балки-рассекателя, колпака, лестницы в приемный бункер и ляд (площадок) с которых производится обслуживание датчика.

На данный момент, контроль предельно-допустимого нижнего уровня конуса дробилок ККД-1500/180-ГВП отсутствует.

Регулирование щели осуществляется дробильщиком в ручном режиме:

- подъем конуса - (включение/отключение насоса гидроагрегата с пульта местного управления);

- опускание конуса - (открытие/закрытие вентиля маслосистемы

гидроагрегата).

Механическое регулирование разгрузочной щели с помощью верхнего резьбового подвеса используется только при аварийном выходе из строя гидроагрегата (ГВП) (в условиях обогатительной фабрики, из-за быстрого выхода из строя элементов подвеса – не используется).

Причины аварийного выхода из строя гидроагрегата (ГВП) (опускание конуса до аварийного нижнего уровня):

- обрыв, повреждение гибкого шланга высокого давления 40 МПа, утечки масла на соединениях и т.п.;
- отсутствие герметичности в системе ГВП, утечки масла из-под манжет и т.п..

Опускание конуса дробилки до нижнего уровня (щель максимальная) – влечет за собой выход дроблёной руды крупной фракции, что недопустимо. Руда крупной фракции приводит к забивкам крестовины дробилок ККД, перегрузочных узлов конвейеров, питателей, оставляя мельницы ММС цехов обогащения (ЦО-1, ЦО-2, ЦО-3) без рудной нагрузки; с последующими остановками мельниц и дробилок, длительными внеплановыми простоями на очистку перегрузочных узлов, загрузочных тележек и крестовин.

Разработка системы контроля нижнего положения конуса дробилки на основе бесконтактного индуктивного датчика положения

Основная идея работы состоит в создании системы контроля нижнего положения конуса дробилки ККД-1500/180-ГВП, позволяющей своевременно владеть информацией и реагировать на ситуации нерегламентного опускания конуса до нижнего уровня, что указывает на необходимость принятия мер или ремонта (аварийный выход из строя гидроагрегата (ГВП)), а также постоянно поддерживать оптимальный режим дробления руды с заданными качественными характеристиками (крупность) [8 - 10].

При выходе из строя гидроагрегата, стакан с конусом дробилки опускается на бабышку колонны. Анализ работы дробилки показал:

1) Контроль положения конуса (когда стакан опустился на бабышку колонны) – неэффективен и бесполезен, т.к. не позволяет технологическому персоналу мгновенно реагировать и не допустить попадание крупной фракции руды в цеха обогащения фабрики, и, соответственно, уменьшить число забивок перегрузочных узлов.

2) Нижним положением конуса, при котором сохраняются регламентная крупность выходного продукта, является уровень +50 мм от бабышек направляющих колонн.

В данном предложении рассматривается возможность реализации системы контроля нижнего положения конуса дробилки на базе применения бесконтактного индуктивного датчика расстояния.

Предполагается, что данный бесконтактный датчик будет располагаться на траверзе (под колпаком) дробилки и измерять расстояние между траверзой и стаканом. Данным датчиком предлагается контролировать нижнее положение конуса в точках +50 мм и менее от бабышек колонн. Датчик будет подключаться витой парой, кабель будет прокладываться через отверстие в полой колонне, через кабель-канал в траверзе.

В качестве бесконтактного датчика расстояния, как один из возможных вариантов, был рассмотрен «Датчик индуктивный ID0013 ф. "Ifm electronic"», принцип действия основан на изменении параметров магнитного поля катушки индуктивности, в зону которой попадает металлический объект.

Габаритные размеры данного датчика позволяют разместить его на траверзе между колонной и плунжером; высота его меньше, чем высота бабышек колонн, таким образом, датчик защищён от повреждения (при опускании конуса на бабышки колонн).

Принцип работы предлагаемой системы контроля нижнего положения

конуса дробилки ККД-1500/180-ГВП обогатительной фабрики АО «Лебединский ГОК» на основе бесконтактного индуктивного датчика положения показан на рисунке 6.

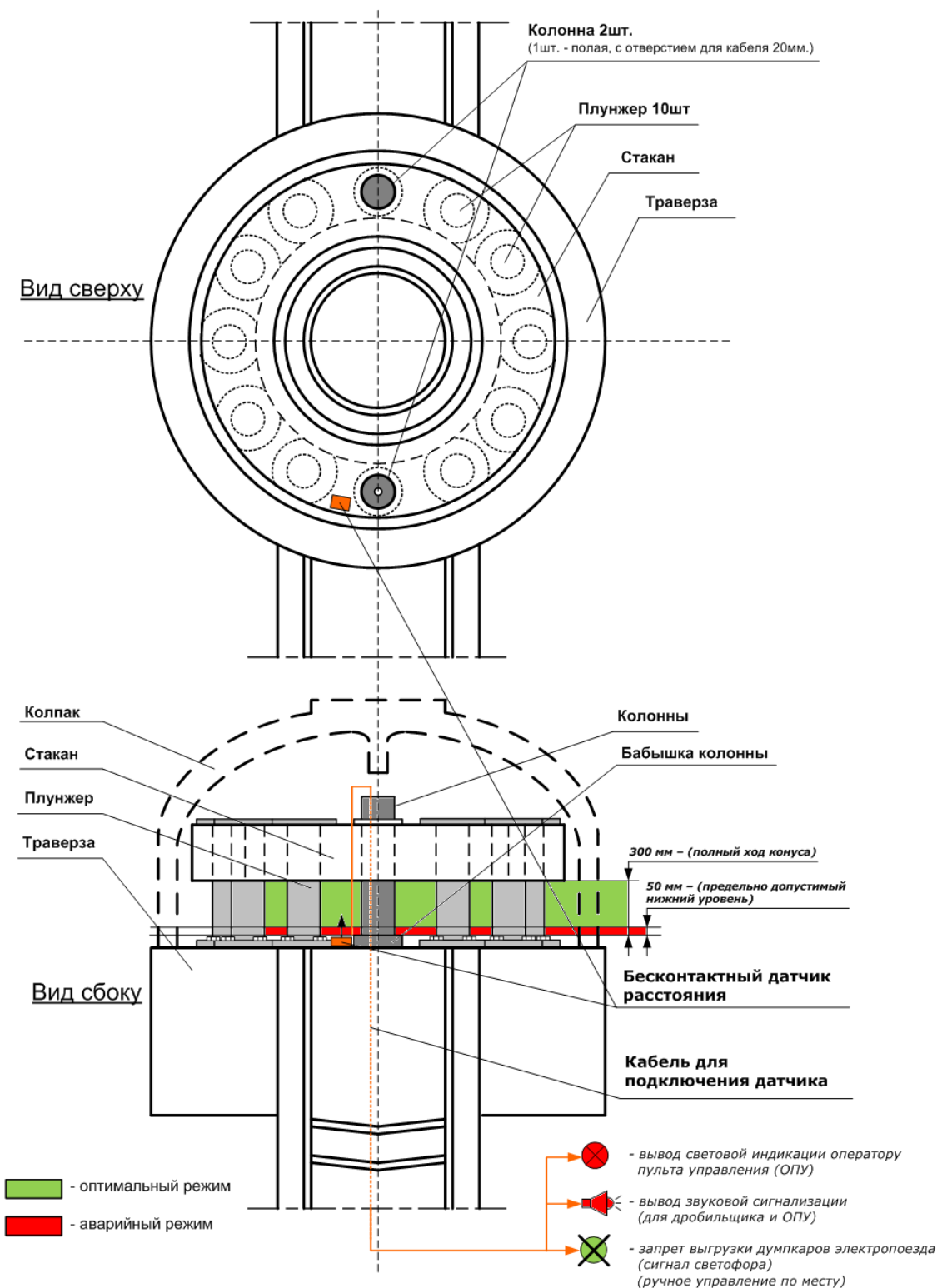


Рис. 6. - Принцип работы системы контроля нижнего положения конуса

При срабатывании датчика (положение конуса дробилки в контрольной точке), производится:

- вывод световой и звуковой сигнализации оператору пульта управления;
- вывод звуковой сигнализации (для дробильщика);
- включение запрета разгрузки думпкаров специализированных электропоездов (сигнал светофора) (включение производит дробильщик по месту).

Использование систем контроля нижнего положения конуса дробилок позволит снизить потери концентрата и сократить расход электроэнергии, за счёт:

- минимизации выпуска руды недопустимо – повышенной крупности;
- уменьшения фактов и общего времени забивок перегрузочных узлов конвейеров и питателей мельниц, крестовин дробилок;
- уменьшения количества неплановых пусков оборудования (пусковые токи) после сокращения фактов забивок;
- сокращения времени работы мельниц цехов обогащения без нагрузки, т.е. работы мельниц с увеличением удельных норм по электроэнергии.

Реализация предложения позволит улучшить и облегчить условия труда машинистов конвейеров, дробильщиков и машинистов мельниц обогатительной фабрики, т.к. очистка перегрузочных узлов связана с комплексом мероприятий по охране труда (разборка электрической схемы, закрытие источников γ -излучения; при необходимости оформление и выдача наряд-допуска и т.д.), а также работой персонала в стесненных условиях при угрозе обрушения рудных масс в любой момент.

Заключение

«Система контроля нижнего положения конуса дробилки ККД-1500/180-ГВП обогатительной фабрики АО «Лебединский ГОК» на основе бесконтактного индуктивного датчика положения» является научно - практической работой, в которой найдено решение актуальной производственной проблемы, заключающейся в повышении эффективности функционирования одного из важнейших переделов обогатительной фабрики АО «Лебединский ГОК», работы корпуса крупного дробления, а именно дробилок ККД-1500/180-ГВП.

Актуальность работы определяется необходимостью создания автоматизированной системы контроля нижнего положения конуса дробилки ККД-1500/180-ГВП, позволяющей постоянно поддерживать рабочий режим дробления, с отсутствием выпуска руды недопустимо – повышенной крупности, за счет применения бесконтактных индуктивных датчиков положения.

Предложенная система контроля нижнего положения конуса позволит обеспечить эффективную работу дробилок ККД-1500/180-ГВП, позволит сократить потери концентрата обогатительной фабрики, повысить эффективность производства за счёт сокращения удельного расхода электроэнергии, а также улучшить условия труда персонала ОФ.

Актуальность задачи подтверждена, предлагаемое решение раскрыто полностью. Данное предложение содержит научную новизну и рекомендуется к внедрению.

Литература

1. Муйземнек Ю.А., Калюнов Г.А., Кочетов Е.В. Конусные дробилки. М.: Машиностроение, 1970. 231 с.



2. Бауман В.А., Клушанцев Б.В., Мартынов В.Д. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. М.: Машиностроение, 1981. 324 с.

3. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации. М.: Машиностроение, 1990. 320 с.

4. Evertsson C. Output prediction of cone crushers // Minerals Engineering. - 1998. - Т. 11. - №. 3. - С. 215-231.

5. Atta K.T., Johansson A., Gustafsson T. Control oriented modeling of flow and size distribution in cone crushers // Minerals Engineering. - 2014. - Т. 56. - С. 81-90.

6. Kivikytö-Reponen, P., Ala-Kleme, S., Hellman, J., Liimatainen, S., Hannula P. The correlation of material characteristics and wear in a laboratory scale cone crusher // Wear. - 2009. - Т. 267. - №. 1-4. - С. 568-575.

7. Gang D., Dongming H., Xiumin F. Cone crusher chamber optimization using multiple constraints // International Journal of Mineral Processing. - 2009. - Т. 93. - №. 2. - С. 204-208.

8. Moshgbar M., Bearman R.A., Parkin R. Optimum control of cone crushers utilizing an adaptive strategy for wear compensation // Minerals Engineering. - 1995. - Т. 8. - №. 4-5. - С. 367–376.

9. Чесноков Ю.Н., Лисиенко В.Г., Лаптева А.В. Система регулирования гранулометрического состава рудных материалов на выходе конусной дробилки с гидроцилиндром // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве: сборник докладов VIII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных ТИМ 2019 с международным участием. - 2019. - С. 327-332.

10. Егорочкина И.О., Кучеренко Д.Ю., Согомонов В.Х., Кирюхин А.И. Оптимизация параметров работы щековой дробилки для повышения качества



заполнителей из дробленого бетона // Инженерный вестник Дона, 2017, №4
URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4448.

References

1. Mujzemnek Yu.A., Kalyunov G.A., Kochetov E.V. Konusny`e drobilki [Cone Crushers]. M.: Mashinostroenie, 1970. 231 p.
2. Bauman V.A., Klushancev B.V., Marty`nov V.D. Mexanicheskoe oborudovanie predpriyatij stroitel`ny`x materialov, izdelij i konstrukcij [Mechanical equipment of enterprises of building materials, products and structures]. M.: Mashinostroenie, 1981. 324 p.
3. Klushancev B.V., Kosarev A.I., Mujzemnek Yu.A. Drobilki. Konstrukciya, raschet, osobennosti e`kspluatatsii [Crushers. Design, calculation, operation features]. M.: Mashinostroenie, 1990. 320 p.
4. Evertsson C. Minerals Engineering. 1998. V. 11. no. 3. pp. 215-231.
5. Atta K.T., Johansson A., Gustafsson T. Minerals Engineering. 2014. T. 56. pp. 81-90.
6. Kivikytö-Reponen, P., Ala-Kleme, S., Hellman, J., Liimatainen, S., Hannula P. Wear. 2009. V. 267. no. 1-4. pp. 568-575.
7. Gang D., Dongming H., Xiumin F. International Journal of Mineral Processing. 2009. V. 93. no. 2. pp. 204-208.
8. Moshgbar M., Bearman R.A., Parkin R. Minerals Engineering. 1995. V. 8. no. 4-5. pp. 367-376.
9. Chesnokov Yu.N., Lisienko V.G., Lapteva A.V. Teplotexnika i informatika v obrazovanii, nauke i proizvodstve. - 2019. - pp. 327-332.
10. Egorochkina I.O., Kucherenko D.Yu., Sogomonov V.X., Kiryuxin A.I. Inzhenerny`j vestnik Dona, 2017, №4.
URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4448.