

УДК: 621.313.8:621.3.076.7

УДК 621.002.5-19

А.В. Бравцев¹, С.Л. Иванов¹, А.Е. Суханов²

A.V. Bravtsev¹, S.L. Ivanov¹, A.E. Sukhanov²

¹Санкт-Петербургский горный университет

²Пермский национальный исследовательский политехнический университет

¹St. Petersburg Mining University

²Perm National Research Polytechnic University

УЛУЧШЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МЕЛЬНИЧНОГО АГРЕГАТА

IMPROVEMENT OF MAINTENANCE TECHNOLOGY OF DRUM MILL

Технология производства глинозема состоит из трех основных этапов: подготовки металлургической шихты, спекания и выщелачивания. На участке подготовки шихты осуществляют мокрый размол нефелиновой руды и известняка в шаровых мельницах. Собранные данные о надежности барабанных мельниц показали, что основной причиной простоя мельниц являются поломки и, соответственно, работы, проводимые по механической части. Каждый год в обязательном порядке производится три текущих ремонта и девять технических обслуживаний. Коренные подшипники обеспечивают работоспособность мельницы. На сегодняшний день контроль износа вкладышей подшипников происходит по факту после полной остановки мельницы и сопряжен с длительными и трудоемкими операциями. Чтобы снизить риск аварийных отказов, необходимо осуществлять контроль износа вкладышей непрерывно путем фиксации отраженного акустического сигнала при работе мельницы в рамках технического обслуживания по фактическому состоянию.

Ключевые слова: барабанная мельница, изнашивание, подшипник скольжения, техническое обслуживание, акустический сигнал.

The production technology of alumina consists of three main stages: preparation of metallurgical furnace charge, agglomeration and leaching. On the site of preparation of furnace charge carry out wet grind of nepheline ore and limestone in spherical mills. Collected data on reliability of drum mills showed that breakages, and, respectively, the works which are carried out by a mechanical part are the main reason for idle times of mills. Every year three repair and nine maintenance are without fail made. Radical bearings provide operability of a mill. Today control of wear of inserts of bearings happens upon later full stop of a mill and is accompanied by long and labor-consuming operations. To reduce risk of crashes, it is necessary to exercise control of wear of inserts continuously by fixing of the reflected acoustic signal during the work of a mill within maintenance on actual state.

Keywords: drum mill, wear, sliding bearing, maintenance, acoustic signal.

Производство алюминия делится на три основных этапа: добыча бокситов – алюминийсодержащей руды и известняка, их переработка в глинозем – оксид алюминия Al_2O_3 и, наконец, получение чистого металла с использованием процесса электролиза – распада оксида алюминия на составные части под воздействием электрического тока.

Технология производства глинозема состоит из трех основных этапов: подготовки металлургической шихты, спекания и выщелачивания.

Добытая руда и известняк доставляются на дробильно-сортировочную фабрику, где их измельчают в дробильных машинах, сортируют на грохотах, и домальвают надрешетный продукт, после чего измельченное сырье доставляют на участок подготовки шихты.

На участке подготовки шихты осуществляют мокрый размол нефелиновой руды и известняка в шаровых мельницах с добавлением оборотного раствора, смешивание и подготовку шихты для последующего спекания, а также для приготовления извести, известкового молока и каустического раствора.

Шаровая мельница представляет собой пустотелый барабан, закрытый загрузочной и разгрузочной торцевыми крышками, заполненный мелющими телами. Барабан шаровой мельницы представляет собой стальной полый цилиндр, выложенный внутри броневыми футеровочными плитами, предохраняющими его от ударного и трущего воздействия шаров и измельчающего материала. Форма футеровки барабана мельницы оказывает заметное влияние на ее работу. Футеровки барабанов шаровых мельниц, работающих на крупном исходном материале, имеют ребра. Для мельниц, работающих на мелком материале, применяются футеровки с мелкими ребрами или совсем гладкие. Высота, взаимное расположение и форма ребер определяют силу сцепления дробящей среды с барабаном и результаты работы мельницы. Поэтому важно, чтобы при изнашивании футеровки характер ее поверхности резко не изменялся.

Торцевые крышки отлиты заодно с полыми цапфами. Цапфы опираются на коренные опоры – подшипники скольжения. Загрузка мельницы материалом осуществляется через загрузочную воронку. Мельница приводится во вращение от электродвигателя через муфту, редуктор и эластичную муфту. При вращении барабана мелющие тела следуют в направлении его вращения, поднимаются на некоторую высоту и свободно падают либо перекатываются вниз.

Собранные данные о надежности барабанных мельниц свидетельствуют, что основной причиной простоев мельниц являются поломки и, соответственно, работы, проводимые по механической части (рис. 1).

Основные направления работ по механической части мельниц заключаются в следующем: ревизия редукторов основного и вспомогательного при-

вода с заменой 1, 2 и 3-й сборок валов редукторов; ремонт корпусов мельниц, замена броней по цилиндру, перебронировка торцевых крышек, ремонт загрузочного и разгрузочного узла соответственно, замена торцевых уплотнений и мелющих тел; замена шнеков мельницы, проверка работоспособности и замена приборов-индикаторов, проверка состояния и регулировка питателя мельницы, промывка маслосистем и змеевика водяного охлаждения, ремонт насосных установок для маслосистем; ремонт и замена предохранительных муфт с храповыми механизмами, а также замена вкладышей на коренных подшипниках [1].

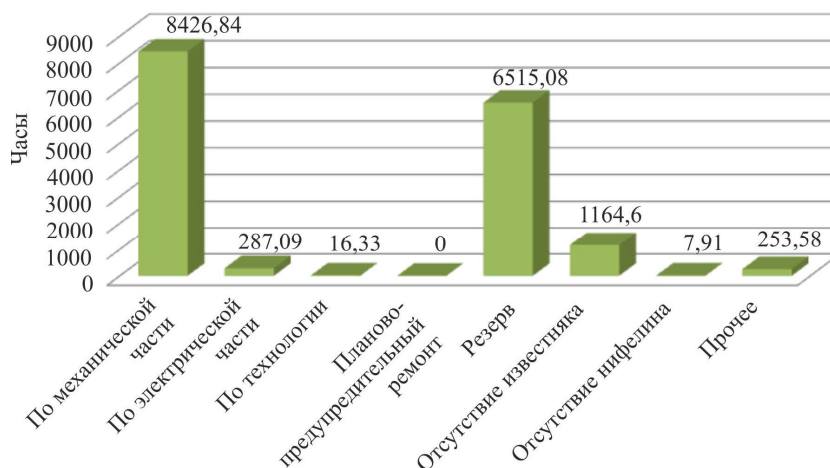


Рис. 1. Статистика причин простоя мельничных агрегатов за год

Межремонтный цикл мельничного агрегата по календарному времени составляет четыре года с одним средним ремонтом через два года. Каждый год в обязательном порядке производится три текущих ремонта (ТР) и девять технических обслуживаний [2]. На протяжении межремонтного цикла мельницы структура операций повторяется четыре раза (рис. 2).

Залогом успешной работоспособности мельницы является наличие хорошо отработанной технологии ТО и ремонта. Особое внимание в процессе работы мельницы уделяется коренным подшипникам скольжения, которые состоят из вкладышей, залитых баббитом. На сегодняшний день контроль износа вкладышей подшипников происходит по факту, а именно непосредственно после полной остановки мельницы и ее разборки при проведении капитального ремонта. Однако агрегат может выйти из строя в любой неподходящий момент, а выявление износа подшипников сопряжено с проведением большого комплекса монтажно-демонтажных работ. Аварийная остановка может потребовать больших финансовых вложений для возобновления работы агрегата.

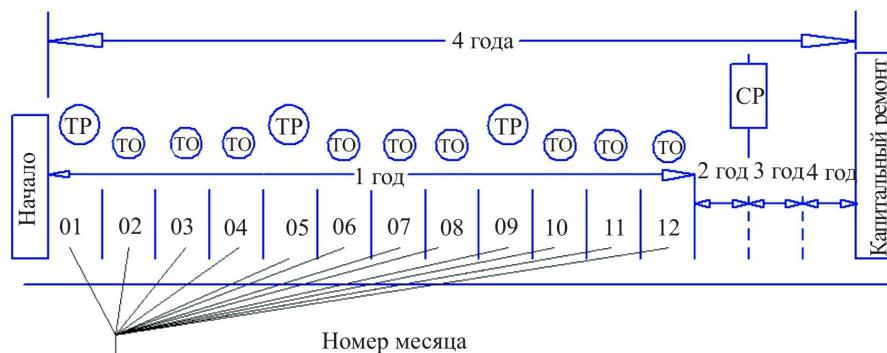


Рис. 2. Схема технического обслуживания и ремонта мельничного агрегата на протяжении рабочего цикла: TP – текущий ремонт; ТО – техническое обслуживание; CP – средний ремонт

Таким образом, чтобы снизить риск аварийных отказов, предлагается перейти от существующего метода контроля (контроля по факту разборки) к непрерывному контролю величины износа вкладышей коренного подшипника [1–4].

Осуществить такой контроль возможно посредством акустического оборудования, устанавливаемого на мельничный агрегат. Идея заключается в пропускании ультразвуковых колебаний сквозь вкладыши подшипника [5]. Отражаясь от поверхности, звуковые волны преломляются, проходя сквозь границы раздела сред. Если длина волны сопоставима с неровностями отражающей поверхности или имеется неоднородность самой среды, происходит рассеивание ультразвука. Рассеивание сигнала пропорционально величине деградации вкладыша.

Изменение акустического давления преобразуется в спектр при помощи пьезокерамических преобразователей, принцип работы которых основан на обратном пьезоэффекте.

Полученный сигнал усиливается и преобразуется в процессе дискретизации в ряд мгновенных отсчетов амплитуд, оцифрованных в двоичном коде.

Предложенный подход позволяет контролировать интенсивность изнашивания, своевременно производить замену вкладышей и избегать простоев оборудования.

Список литературы

1. Чуксин А.И., Иванов С.Л. Политика управления отказами // Актуальные проблемы машиноведения, безопасности и экологии в природопользовании: сб. науч. тр. IV междунар. науч.-практ. конф., 17–18 мая: в 2 т. / Твер. гос. техн. ун-т. – Тверь, 2018. – Т. 1 – С. 286–296.

2. Пумпур Е.В., Иванов С.Л. Усовершенствование технического обслуживания применением агрегатно-узлового метода // Автоматизированное проектирование в машиностроении: материалы VI междунар. науч.-практ. конф. – Новокузнецк, 2018. – № 6. – С. 8–12.

3. Ivanov S.L., Shishkin P.V. Integral criterion of mining machines technical condition level at their operation // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. – 2017. – Sci. 87 022009.

4. Повышение эффективности процесса разрушения калийного массива резцами исполнительных органов проходческо-очистных комбайнов / Н.В. Чекмасов, В.В. Габов, Д.И. Шишлянников, Л.А. Лоскутов // Изв. вузов. Горный журнал. – 2015. – № 5. – С. 43–49.

5. Князькина В.И., Сафрончук К.А., Иванов С.Л. О возможности оперативной оценки технологического состояния горно-шахтного оборудования по величине акустико-эмиссионного сигнала трения // Актуальные проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горно-шахтного и нефтепромыслового оборудования: материалы V Междунар. науч.-практ. конф. «Горная и нефтяная электромеханика – 2018», Пермь, 15–18 октября 2018 г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – С. 39–47.

Получено 15.02.2019

Бравцев Антон Владиславович – магистрант кафедры машиностроения, электромеханический факультет, Санкт-Петербургский горный университет.

Научный руководитель – **Иванов Сергей Леонидович** – Санкт-Петербургский горный университет, электромеханический факультет, профессор кафедры машиностроения, доктор технических наук, e-mail: kmash@spmi.ru.

Суханов Андрей Евгеньевич – студент кафедры горной электромеханики, горно-нефтяной факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет.