

УДК 681.52

Управление загрузкой дробильного агрегата

Дубовик В.Г., Лебедев Л.Н., Попова Е.А., Петрученко А.О.

Процессы выемки и погрузки горных пород, а также измельчения и выпуска готовой продукции являются основными технологическими процессами на карьерах и дробильно-сортировальных заводах, поэтому автоматизация питателей, дробилок, которые являются основными средствами механизации этого труда, является важным заданием.

Применение средств автоматического контроля и учета производительности питателей позволяет значительно улучшить организацию производственного процесса, увеличить коэффициент использования оборудования, повысить производительность труда на 15-30%. Кроме этого, эти элементы являются необходимыми составляющими системы оперативного управления работой карьера [1-2].

Недостатком устройств [3,4] являются недостаточные функциональные возможности, связанные с отсутствием контроля загрузки конвейера, выгружающего дробильную установку. На рис. 1 представлена структурная схема управления загрузкой дробильного агрегата [5].

Устройство регулирования загрузки дробильного агрегата, рис. 1 состоит из щековой дробилки 1, которая приводится в действие с помощью электродвигателя 2, активная мощность, потребляемая им из сети, измеряется с помощью датчика 3 активной мощности, выход которого соединен со вторыми входами блока 4 селекции и блока 5 памяти, а также с первым входом блока 6 измерений времени, второй вход которого соединен с выходом датчика 7 положения щеки, а также с первыми входами блока 4 селекции и блока 5 памяти. Его выход соединен с входом блока 8 сложения, второй вход которого соединен с выходом блока 4 селекции, а выход со вторым входом блока 9 деления, выход которого через последовательно соединенные интегратор 10, ключ 11 аналоговый, блок 12 управления подключен к электродвигателю 13 питателя 14. Конвейер 15 отгрузочный обеспечен датчиком 16 производительности, выход которого соединен с входом порогового элемента 17, второй вход которого соединен с источником E_1 постоянного входного воздействия. Второй вход интегратора 10 соединен с датчиком 18 габарита, к сети питания подключен блок 19 питания.

Датчик 7 положения щеки формирует выходной сигнал в ее крайних рабочих положениях – в начале и в конце цикла измельчения.

Ключ 11 аналоговый предназначен для коммутации, передачи сигналов произвольной формы при условии подачи управляющего сигнала и может быть выполнен на базе электронных ключей интегрального выполнения.

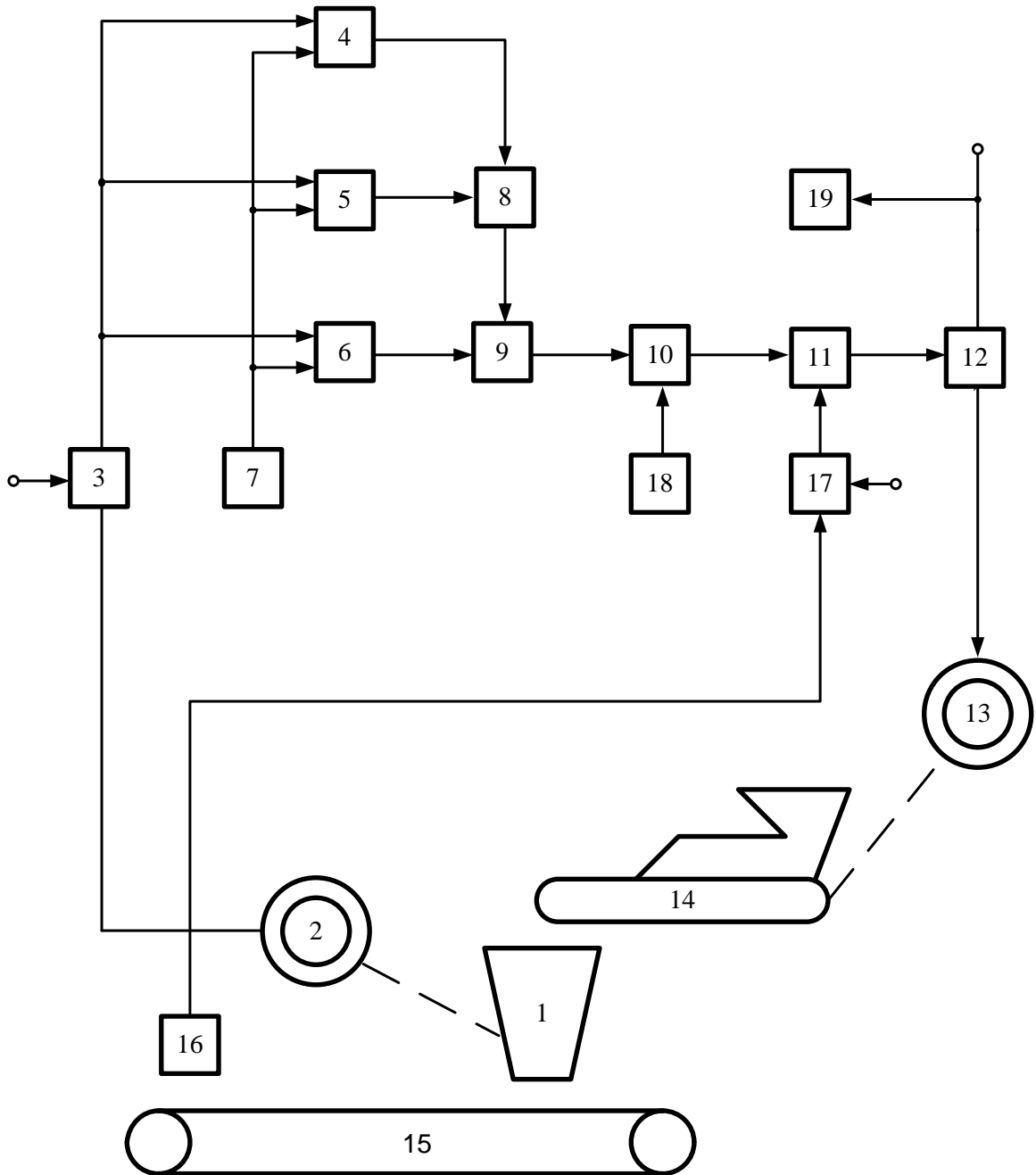


Рис. 1. Структурная схема управления загрузкой дробильного агрегата

Блок 12 управления обеспечивает изменение частоты вращения вала электродвигателя 13 в зависимости от значения входного сигнала и может быть выполнен с использованием преобразователя частоты.

Датчик 16 производительности обеспечивает измерение загрузки за единицу времени конвейера 15 отгрузочного, который отводит измельченную массу от дробилки 1, и может быть выполнен с использованием ультразвуковых или других преобразователей.

Датчик 18 габарита обеспечивает формирование выходного дискретного сигнала при появлении в зоне измельчения кусков материала увеличенных размеров и устанавливается в зоне загрузки дробилки. Настройки датчика зависят от габаритов и производительности самой

дробилки. В материалах заявки цепи для установки порога срабатывания датчика 18 габарита не приведены. Он может быть выполнен на ультразвуковых, радиоволновых и других преобразователях.

Блок питания 19 обеспечивает необходимые значения напряжения для блоков и элементов устройства и может быть выполнен с использованием стандартных узлов.

Питание двигателя 2 дробилки и блока 12 управления может осуществляться от трехфазной сети переменного тока. На рис. 1 условно показаны подключения от сети питания в одну линию.

Приняты обозначения U_n^i - напряжение на i -м выходе n -го блока.

Работает устройство следующим образом. Перед запуском дробильного агрегата сначала запускается отгрузочный конвейер 15 щековой дробилки. На рис. 1 электродвигатель конвейера 15 отгрузочного не приведен. Далее подается напряжение питания через датчик 3 активной мощности на электродвигатель 2 дробилки 1, она начинает работать, частота вращения вала электродвигателя 2 не регулируется. После этого подается напряжение питания на блок 12 управления и дальше на электродвигатель 13 питателя 14.

При номинальной загрузке конвейера 15 отгрузочного номинальный выходной сигнал датчика 16 производительности не превышает значения напряжения источника E_1 постоянного входного воздействия и на выходе порогового элемента 17 будет логическая единица, в соответствии с его характеристикой

$$U_{17} = \begin{cases} 1, & \text{при } U_{16} \leq E_1, \\ 0, & \text{при } U_{16} > E_1. \end{cases}$$

При этом ключ 11 аналоговый будет замкнут, что обеспечивает передачу сигналов от интегратора 10 на блок управления 12. При работе питателя 14 загружается дробилка 1 и в зависимости от размеров кусков материала для измельчения изменяется сигнал на выходе датчика 3 активной мощности и запоминаются его значения в блоке 5 памяти в начале и в конце рабочего хода щеки по сигналам датчика 7 положения щеки.

В течение рабочего хода щеки в блоке 4 селекции определяется максимальное значение сигнала мощности за рабочий ход щеки, а в блоке 6 измерений времени - время Δt нарастания мощности в цикле дробления. По сигналу датчика 7 по окончании рабочего хода щеки в блоке 8 сложения из максимального сигнала мощности за цикл вычитается значение сигнала мощности в начале рабочего хода щеки, затем разница сигналов ΔP подается в блок 9 деления, где выполняется деление значения прироста сигнала мощности ΔP за цикл на время роста мощности в цикле. Значение частного от деления из выхода блока 9 поступает на интегратор 10 с памятью, выходной сигнал которого является интегралом входного сигнала и подается на блок управления 12, что приводит к изменению частоты вращения вала электродвигателя 13 питателя 14.

При значительных по размерам кусках материала на входе в дробилку появляется сигнал на выходе датчика 18 габарита и на время дробления больших кусков горной массы он подается на интегратор 10 с памятью, который блокируется по входному сигналу и его выходной сигнал уменьшается, что приводит к уменьшению скорости питателя 13 и загрузки дробилки 1.

При очень малых размерах кусков материала, они также могут частично просыпаться через выходное отверстие дробилки, при этом значение сигнала мощности на выходе датчика 3 активной мощности уменьшается, но загрузка конвейера 15 отгрузочного значительно увеличивается и выходной сигнал датчика 16 производительности может превышать значение напряжения источника E_1 постоянного входного воздействия и при этом на выходе порогового элемента 17 вместо логической единицы, в соответствии с его характеристикой, появится

логический нуль, который приводит к размыканию ключа 11 аналогового и к отключению сигнала управления на входе блока 12 управления.

Далее плавно уменьшается частота оборотов вращения вала электродвигателя 13 и это приводит к уменьшению скорости питателя 14 или к его остановке на время прохождения малых размеров кусков материала через дробилку 1. Элементы для настройки датчика 18 габарита в материалах заявки не показаны.

Отключение дробильного агрегата выполняется в такой последовательности: снимается напряжение питания с входа блока 12 управления, при этом электродвигатель 13 и питатель 14 останавливаются, снимается напряжение питания с электродвигателя 2 и дробилка останавливается, дальше может быть отключен конвейер 15 отгрузочный.

Разрушение куска горной породы неправильной формы является сложным процессом, поскольку при сжатии возникает несколько точек столкновения с плитами дробилки, через которые передается разрушающее действие на куски, поэтому усреднение сигнала, пропорционального прочности на постоянном временном интервале обеспечивает точное регулирование скорости питателя 14. Имеется тесная корреляционная связь между прочностью материала и производной по времени изменения мощности, потребляемой двигателем дробилки.

Особенностью процесса дробления в щековых дробильных агрегатах, есть изменение формы огибающей сигнала мощности, наличие холостого хода в циклах дробления, в течение которых разрушение материала не происходит, а также то, что большие моменты инерции системы не позволяют валу электродвигателя 2 дробилки в каждом цикле дробления набирать за время холостого хода щеки прежнюю скорость предыдущего цикла и, соответственно, значения мощности не успевают снизиться к мощности в начале цикла. Форма огибающего сигнала активной мощности имеет вид пилообразной кривой с "всплесками" во время дробления крупногабаритных кусков породы и спадами между ними при кусках небольших размеров, что обусловлено непостоянством размеров материала. В таких условиях усредненное значение $\Delta P/\Delta t$ больше зависит от размеров, чем от прочности материала. Если же весь материал по размерам однороден, то усредненное значение $\Delta P/\Delta t$ зависит только от прочности материала.

Учитывая, что колебание прочностных свойств материала, который привозится из одного карьера, обычно находятся в пределах 10%, то данное устройство позволяет увеличить производительность дробильного агрегата при управлении по частному от деления $\Delta P/\Delta t$ до 5%.

Применение введенных элементов: ключа 11 аналогового, датчика 16 производительности, порогового элемента 17, блока 19 питания, а также источника постоянного входного воздействия E_1 позволяет избежать увеличения потерь энергии в дробильном агрегате, повышения нагрева обмоток, нарушений теплового режима электродвигателя 2, повысить эффективность и надежность его функционирования. Это также позволяет избежать технологических перегрузок, повысить КПД и производительность дробильного агрегата в целом.

Для использования устройства в широком диапазоне загрузок конвейера 15 отгрузочного, обеспечение высокой его избирательности настройки в зависимости от условий технологического процесса, используется источник постоянного входного воздействия E_1 .

Использованные источники:

1. Назаренко В. М. Системы управления механизмами дробильно - сортировочных фабрик. М., Недра, 1995 г.
2. Кошаровский Б. Ю. Автоматическое управление обогатительными фабриками. М.,

Недра, 1997 г.

3. Патент України № 20337. Кочура Є. В. Спосіб управління здрібнювальним агрегатом і пристрій для його здійснення. В02 С25/00. Бюл. № 1. 27.02.98.

4. Авторское свидетельство СССР № 1616704. Л. Н. Лебедев, В. Г. Дубовик Г.И. Данильчук. Способ автоматического регулирования загрузки дробильного агрегата. В02 С25/00. Бюл. № 48. 30.12.90.

5. Патент України на корисну модель №62761 від 12.09.2011 р. Дубовик В.Г., Лебедев Л.М., Попова Є.О. Пристрій регулювання завантаження дробильного агрегату. МПК В 02 С 25/00. Бюлетень "Промислова власність", №17, 2011 р.