

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЩЕБНЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ

Татьяна Суэтина, Сергей Золотарев

t_a_souetina@mail.ru

*Московской государственной академии коммунального хозяйства и строительства
Пятигорского технологического университета
Москва, ул. Средняя Калитниковская, д. 30
РОССИЯ*

Резюме: Рассмотрены два варианта регулирования производительности щековой дробилки первичного дробления: изменением ширины разгрузочного отверстия (РОД), изменением производительности загрузочного устройства, питателя $Q_{\text{ПТ}}$. Предложена методика расчета и выбора настроечных параметров таких систем для оптимизации процесса дробления с оценкой качества процесса дробления в виде линейного и квадратичного интегралов. Повысить быстродействие системы и улучшить качество процесса стабилизации производительности щековой дробилки можно за счет введения дополнительной корректирующей связи по мощности, потребляемой на дробление.

Ключевые слова: Транспортная магистраль, щековая дробилка, автоматизация, оптимизация работы

ВВЕДЕНИЕ

Для возведения нижних слоев транспортных магистралей используется щебень крупных фракций, который производится на дробильных установках щековыми дробилками первичного дробления. Их отличает большая производительность, конструктивная простота, относительно невысокая стоимость, а также отсутствие необходимости в квалифицированном обслуживающем персонале.

Щековые дробилки характеризуются размерами загрузочного и разгрузочного отверстий. Размеры куска, поступающего в дробилку, не должны превышать 0,85 размеров загрузочного отверстия, что определено условиями захвата куска щеками дробилки. Размеры загрузочного отверстия на 30-40 процентов большие размеров поступающего куска, обеспечивают безотказность работы дробилки и необходимые условия для

автоматизации процесса дробления. Изменение ширины разгрузочного отверстия щековой дробилки позволяет получать дробленый материал определенного размера. Исходный материал в дробилку подается, как правило, пластинчатыми или реже другими типами питателей. В качестве привода питателя применяются односкоростные и многоскоростные асинхронные двигатели. Наличие питателя с легкоуправляемым приводом является важной предпосылкой создания систем регулирования процесса дробления. Рассмотрим методику расчета и выбора настроечных параметров таких систем для оптимизации процесса дробления.

Существуют два варианта регулирования производительности щековой дробилки первичного дробления: изменением ширины разгрузочного отверстия

(РОД), изменением производительности загрузочного устройства, питателя $Q_{пт}$. Наиболее наглядно связь технологических показателей качества процесса дробления и стандартных оценок динамического процесса, принятых в теории автоматического регулирования, прослеживается в варианте автоматизации дробилки по величине РОД.

Измерителем расхода Q_d на выходе дробилки служит весовой транспортер с постоянной скоростью ленты V , фиксируя Q_d через среднее значение массы $G_{тр}$ на ленте:

$$G_{тр} = \int_0^{\tau} Q_d(t) dt, \text{ где } \tau - \text{ время перемещения}$$

материала по ленте. В процессе компенсации возмущения в виде изменения производительности дробилки ΔQ_d масса материала на ленте меняется, отображая тем самым во времени переходный процесс в системе.

Для приближения к идеальному, процесс выдачи дробленого материала должен обладать минимальными некомпенсированными

отклонениями $\Delta Q_d(t)$ от задания Q_d^3 . При постоянной скорости ленты это то же самое, что минимизировать отклонение $\Delta G_{тр}(t)$ от

задания - G_d^3 . Таким образом, система регулирования производительности должна обеспечить минимум статической и некомпенсированной ошибок регулирования, равной сумме площадей, ограниченных кривой переходного процесса ΔQ_d и установившимся значением Q_d . Необходимо минимизировать

величину интеграла $J_1 = \int_0^{\tau} \Delta Q_d(t) dt = \Delta G$ за

время переходного процесса, так как значение массы материала ΔG определяет не только изменение степени загрузки дробилок последующих стадий технологического цикла, но и самой щековой дробилки первичного дробления. Однако, стремление уменьшить J_1 до нуля вызовет появление в системе переходного процесса, близкого к незатухающему.

Можно, однако, установить верхнюю границу частоты переходного процесса, если дополнить

интеграл J_1 еще одной оценкой качества в виде квадратичного интеграла $J_2 = \int_0^{\tau} \Delta Q_d^2(t) dt$, который дает

возможность косвенно оценить неравномерность динамического процесса и время регулирования t_p .

Оценка качественных технологических характеристик варианта автоматизации щековой дробилки с использованием управляющего воздействия в виде изменения производительности загрузочного устройства полностью совпадает с описанным методом интегральных оценок. Так же как и в варианте с управлением величиной РОД, необходимо стремиться к минимизации колебаний отклонений уровня загрузки камеры дробления и выходной производительности дробилки от номинала. Критериями оценки для обоих вариантов управления будут соответственно линейный J_1 и квадратичный J_2 интегралы.

Учитывая неудовлетворительное качество стабилизации производительности дробилки с использованием нелинейных систем управления производительностью загрузочного устройства необходимо рассмотреть варианты линейного управления, используя принцип построения систем непрерывного регулирования от простого к сложному, когда любая структурная схема получается из упрощенной введением дополнительных динамических звеньев.

Известно, что статические системы стабилизации обладают недопустимо большим перерегулированием и колебательностью. Введение интегрирующего звена, ликвидируя статическую ошибку, существенно уменьшает быстродействие системы и ухудшает принятые показатели качества в переходном процессе. Поэтому, наилучшие динамические свойства достигаются введением форсирующего звена в контур управления линейной системы регулирования производительности дробилки с передаточной функцией в разомкнутом

$$W_Q(p) = \frac{Q_d(p)}{Q_{пт}(p)} = \frac{1}{(T_9 p + 1)(T_{п} p + 1)(T_{эм} p + 1)}.$$

здесь $T_{п}$ и T_9 - время, необходимое для дробления материала в предварительной и эффективной зонах камеры дробления и замкнутом состоянии:

$$\Phi(p) = \frac{K(T_{и} p + 1)}{T_9 T_{п} p^3 + (T_9 + T_{п}) p^2 + (K T_{и} + 1) p + K}$$

Линейная интегральная оценка $J_1 = \frac{1}{K}$ при введении форсирующего звена зависит только от коэффициента усиления K , а квадратичная-

$$J_2 = \frac{1}{2a_0^2} \left[\frac{b_0^2 a_1}{a_0} + \frac{b_0^2 a_2}{(a_1 a_2 - a_0 a_3)} \right] + \frac{b_1^2 a_2}{2a_0(a_1 a_2 - a_0 a_3)} - \frac{b_0 b_1}{a_0^2},$$

$$b_0 = K T_{и}; \quad b_1 = K;$$

$$\text{где } a_0 = K; \quad a_1 = (K T_{и} + 1);$$

$$a_2 = (T_9 + T_{п}); \quad a_3 = T_9 T_{п}$$

еще и от постоянной времени форсирующего звена $T_{и}$.

При сравнении интегральных оценок без введения и с введением форсирующего звена наблюдается смещение интегральных оценок J_2 для второго варианта в область больших значений K , что не только делает возможным его увеличение, но и связанное с этим уменьшение J_1 . Неравномерность загрузки и разгрузки камеры дробления при этом будет уменьшаться, а уровень ее заполнения стабилизироваться.

Оценка качественных характеристик системы, когда постоянная времени $T_{и}$ выбирается так, чтобы скомпенсировать одно из инерционных звеньев объекта, показала следующее.- Частоту среза такой системы $\omega_c = 1/T_a$ необходимо выбирать, исходя из обеспечения запаса устойчивости по амплитуде в 8-10 дБ, что существенно скажется

на увеличении быстродействия системы. В частности, при $\omega_c = 1/2T_9$ в системе обеспечивается перерегулирование (без учета запаздывания) не больше 5%. При реальных значениях постоянной времени форсирующего звена максимально возможное быстродействие системы оказывается недостаточным, время переходного процесса слишком большим для эффективной компенсации внешнего возмущения, вызывающего отклонения производительности дробилки от заданного значения. Малая же частота самого процесса вызовет недопустимо большие колебания массы материала в камере дробления.

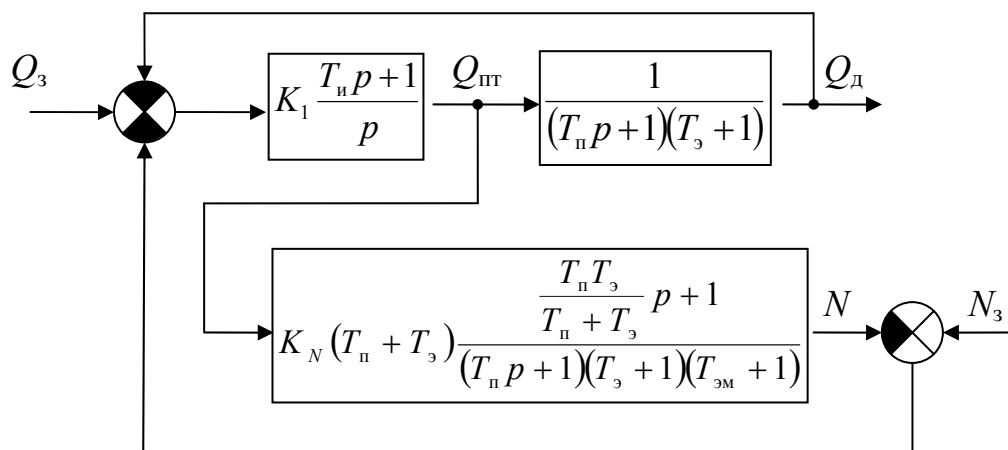
Мощность N является интегральной характеристикой сопротивления массы материала в камере дробления усилию раздавливания и косвенной характеристикой уровня ее заполнения. Управление по этому каналу дает возможность поддерживать энергетическую стабильность процесса дробления, т.е. в какой-то мере отслеживать баланс между притоком и стоком каменного материала. Канал $Q_{пт}(p) - Q_d(p)$

медленнеедействующий, но более “чутко” реагирующий на изменение $Q_d(p)$ и поэтому может быть использован для коррекции выходной производительности дробилки.

Можно синтезировать структуру управления, включающую в себя оба канала, используя эффект их разной информационной насыщенности и скорости реакции на управляющее воздействие (рис.1).

Таким образом, с введением в систему автоматического регулирования производительности дополнительной корректирующей связи по мощности, потребляемой на дробление, можно повысить быстродействие системы и улучшить качество процесса стабилизации производительности щековой дробилки первичного дробления.

Рис.1. Структурная схема управления щековой дробилки с подчиненным регулированием мощности



SYSTEM OF AUTOMATOIN OF JAM CRUSHER FOR PRODUCTIONOF CRUSHED STONE FOR MAIN ROADS

Tatiana Souetina, Sergey Zolotarev
t_a_souetina@mail.ru

Moscow Academy of Municipal Economy and Construction
 Piatigorskiy Tehnological University
 RUSSIA

Key words: main road, jam crusher, automation, optimization

Abstact: Two versions of output control of jam crusher for primary crushing are considered: to change the width of discharge opening and to change output of charging opening by feeder. Method of computation and choice of adjusting variables is offered for optimization of crushing process with quality estimation of crushing process. Advent of additional adjusting crushing power connections permits to increase the system speed and to improve the quality of jam crusher output stability.