

К.В.Баюл, Б.Н.Маймур, Н.А.Солодка

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ КОНТРОЛЬ И РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ВАЛКОВЫХ БРИКЕТНЫХ ПРЕССОВ

Целью настоящего исследования явилась разработка требований к автоматической системе управления текущими параметрами процесса брикетирования и работой валкового пресса в составе технологической линии производства брикетов. Выполнен анализ параметров, знание которых наиболее важно для оценки технологических и технических режимов эксплуатации валкового пресса. Показано, что первоочередным является оснащение валковых прессов измерителем усилия прессования, датчиком контроля уровня шихты в надпрессовом бункере, датчиками температуры и влажности шихты и частотным преобразователем. Рассмотрены технические возможности измерения требуемых параметров с помощью измерительных средств различных производителей и уровень оснащенных зарубежных прессов регистрирующей и управляющей аппаратурой.

брикетный валковый пресс, технологическая линия, автоматическая система управления, параметры, измерение, датчики

Постановка задачи. Разработка технологий и оборудования для брикетирования мелкофракционных материалов в Институте черной металлургии (ИЧМ) является востребованной на производстве. В настоящее время, в связи с расширением сферы применения, задача совершенствования режимов работы валковых прессов конструкции ИЧМ является актуальной. Для повышения эффективности их эксплуатации и конкурентоспособности необходимо иметь своевременную и достоверную информацию о текущих параметрах технологического процесса и оборудования. Такая возможность реализуется при использовании современных систем контроля и управления. На большинстве отечественных предприятий, где эксплуатируются валковые прессы, такие системы не применяются, поэтому их разработка и внедрение являются своевременными.

Системы мониторинга для наблюдения, регистрации состояния и управления технологическими процессами и работой оборудования представляются эффективным средством снижения расходов на эксплуатацию валковых прессов и повышения качества продукции. Современные компьютерные системы мониторинга на производстве становятся все более доступными из-за снижения стоимости компьютеров и расширения возможностей датчиков.

Анализ последних достижений и публикаций. С использованием различных информационных источников, в том числе интернет-сайтов и печатных изданий [1–7], проведен анализ оснащенности валковых

брикетных прессов контрольно–измерительной аппаратурой, позволяющей производить регистрацию и управление необходимыми параметрами процесса брикетирования. Большая часть зарубежных прессов оборудована контрольно–измерительной аппаратурой и системами автоматизации по конкретным требованиям заказчика. Прессы могут поставляться с частотно регулируемым приводом. В конструкцию пресса включают механические и электрические устройства обеспечения безопасности его работы. На отдельных моделях прессов для компенсации разброса характеристик прессуемых материалов усилие прессования поддерживается постоянным посредством автоматического управления скоростью вращения шнеков для подачи и предварительного уплотнения шихты.

По специальному заказу на валковых прессах для измерения усилия прессования могут устанавливаться силоизмерительные датчики. Для них характерны высокая точность, стабильность во времени, высокая пыле– и влагозащищенность. Силоизмерительные датчики рассчитаны на большие боковые воздействия. Некоторые типы датчиков имеют компенсацию изгибающего момента и могут иметь многомостовую схему. Среди силоизмерительных датчиков наибольший диапазон применения имеют тензорезисторные. Диапазон измерения тензорезисторных силоизмерительных датчиков от 5 Н до 5 МН. Но основным фактором выбора тензорезисторных силоизмерительных датчиков является высокая точность измерения – их погрешность может быть меньше 0,03 %. Тензодатчики, установленные в станине пресса, обеспечивают прецизионное измерение реального усилия прессования. Усиленный электрический сигнал тензодатчиков используется для индикации и для сопряжения с ПИД–контроллером, (устройством, обеспечивающим реализацию алгоритма пропорционально – интегрально–дифференциального регулирования). Стыковка датчиков с устройствами индикации, цифровым ПИД–контроллером или компьютером АСУТП, при необходимости, производится через усилитель.

Для регистрации момента прессования применяются датчики крутящего момента, различных типов: с передачей крутящего момента через вал или фланец; неподвижные датчики момента, измеряющие реакцию опоры. Передача сигнала осуществляется бесконтактным способом или посредством контактных колец. Дополнительно для передачи крутящего момента применяются сбалансированные зубчатые, сильфонные или пластинчатые соединительные муфты.

Измерение фактического значения момента прессования позволяет, прежде всего, оценить нагрузки на привод пресса, что особенно важно в период отладки его работы. Однако применение в промышленных условиях перечисленных выше датчиков не всегда целесообразно, учитывая дополнительные расходы. Поэтому чаще всего на производстве

оценку нагрузок привода пресса производят по току электродвигателя, фиксируемому с помощью приборов, встроенных в частотный преобразователь.

Достижения последних лет в области силовой полупроводниковой и микропроцессорной техники в сочетании с достоинствами асинхронного двигателя, как наиболее простого и практически не требующего обслуживания, делают электропривод с асинхронным двигателем и преобразователем частоты одним из наиболее предпочтительных типов электропривода [8–10]. Зарубежные валковые прессы, как правило, оснащаются частотными преобразователями ведущих производителей – Mitsubishi, Hitachi, Siemens, Schneider Electric и др. Большинство современных частотных преобразователей можно подключить к компьютеру с помощью USB кабеля и с помощью программного обеспечения настраивать параметры или контролировать рабочие режимы привода.

В идеальном случае технологическая линия с валковым прессом должна быть оснащена современной контрольно–измерительной аппаратурой, которая давала бы возможность получать информацию об изменении усилия и момента прессования; технологических параметрах процесса; условиях работы деталей и узлов пресса. В настоящее время для отработки технологических режимов и параметров процесса брикетирования в ИЧМ используется экспериментальный валковый пресс [11], в котором между подушками вала и винтами установлены месдозы для измерения усилия прессования. Используются месдозы с упругими кольцевыми элементами, на которые наклеены активные датчики и датчики температурной компенсации. Сигнал от тензодатчиков через тензометрический усилитель и согласующее устройство подается на электронный потенциометр и регистрируется на диаграммной ленте [12]. Указанная тензометрическая система устарела и не соответствует современному уровню измерительной техники, включающей в себя цифровые устройства, управление которыми производится с помощью специальных программных продуктов.

Для промышленных прессов конструкции ИЧМ контрольно–измерительная аппаратура не поставляется. Оператор не имеет возможности при работе осуществлять контроль текущих параметров процесса брикетирования. В реальных производственных условиях возможны ситуации, когда из–за нарушений технологических требований к брикетируемому материалу, ошибки оператора или аварийной ситуации в зону прессования попадет некондиционная шихта или посторонний предмет. Меняется давление прессования. Это может вызвать перегрузку, выход из строя узлов пресса, повлиять на качество брикетов. Поэтому требуется разработка системы, которая должна дать сигнал на изменение технологических свойств шихты (например, влажности), подачи

материала в зону прессования с помощью шиберной заслонки, частоты вращения валков или на отключение привода.

Следует отметить, что даже на наиболее оснащенной средствами контроля установке с валковым прессом конструкции ИЧМ – комплексе брикетирования отсеков ферросплавов на ОАО «Никопольский завод ферросплавов» [13] – регистрируются, прежде всего, технологические параметры: температура шихты, уровень засыпки в надпрессовом бункере. Измеряется также ток двигателя пресса и частота вращения валков. Однако силоизмерительной аппаратурой пресс не оборудован.

Целью настоящего исследования является разработка требований к автоматической системе управления текущими параметрами процесса брикетирования и работой валкового пресса в составе технологической линии производства брикетов.

Изложение основных материалов исследования. Для выбора конкретных средств измерения, реализации контроля и разработки автоматизированной системы управления (АСУ) технологическим и энергосиловым режимом работы необходимо разработать структурную схему измерения и регулирования параметров процесса брикетирования. В общем виде вариант такой схемы представлен на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема измерения параметров процесса брикетирования

Как показывает опыт производственной эксплуатации валковых прессов конструкции ИЧМ, из параметров, представленных на рис. 1, в первую очередь должны контролироваться усилие прессования, ток электродвигателя, уровень засыпки в надпрессовом бункере. В зависимости от принятой технологии температура и влажность шихты также могут входить в число контролируемых параметров.

Контроль значения тока электродвигателя дает возможность в совокупности с данными о величине усилия прессования получить

информацию об энергосиловых параметрах работы пресса и условиях осуществления процесса брикетирования. В ряде случаев важными технологическими параметрами, определяющими свойства шихты и ее брикетируемость, являются температура и влажность. Контроль уровня засыпки в надпрессовом бункере очень важен для синхронизации пресса с другим оборудованием технологической линии – смесителями, дозаторами, конвейерами и др.

Ниже приводится общая схема оснащения валковых прессов системами мониторинга и управления работой оборудования и технологического процесса. Исполнение таких систем, состав аппаратуры и оборудования в каждом конкретном случае будут определяться технической и экономической целесообразностью, спецификой выбранной технологии брикетирования и компоновкой производственной линии.

Общей схемой предусматривается использование комплекса датчиков, регистрирующих основные параметры технологического процесса и работы оборудования. Полученные от датчиков сигналы должны быть преобразованы в цифровую форму с помощью контроллеров и передаваться на центральный компьютер (сервер).

Для реализации системы, обеспечивающей регулирование и контроль работы валкового пресса в составе технологической линии по производству брикетов, необходима разработка программного обеспечения на основе SCADA, включающего в себя базу данных и удобный интерфейс. При создании локальной сети возможно также предусмотреть не только связь системы датчиков с сервером хранения данных, но и связь с другими компьютерами, в том числе переносными, обеспечивающими обслуживающий персонал требуемым объемом информации. Структурная схема системы мониторинга и управления работой пресса представлена на рис.2.

Система, реализующая данную схему, должна включать следующие основные компоненты:

- комплекс датчиков, устанавливаемых на пресс и другое оборудование технологической линии, а также нормализаторы сигналов;
- контроллеры для первичной обработки сигналов и преобразования их в протокол Ethernet, являющийся стандартом для передачи данных в компьютерных сетях;
- промышленный компьютер (сервер), установленный вблизи рабочего места оператора, на который устанавливается операционная система, SCADA–система, сервер баз данных (БД), с него также осуществляется управление работой пресса;
- проводную или беспроводную компьютерную сеть, которая связывает между собой датчики, контроллеры, сервер и рабочие места.

Проведен анализ датчиков, регистрирующей и другой аппаратуры различных производителей [9,10,13–19], которая может быть

задействована в системе управления работой валковых брикетных прессов.

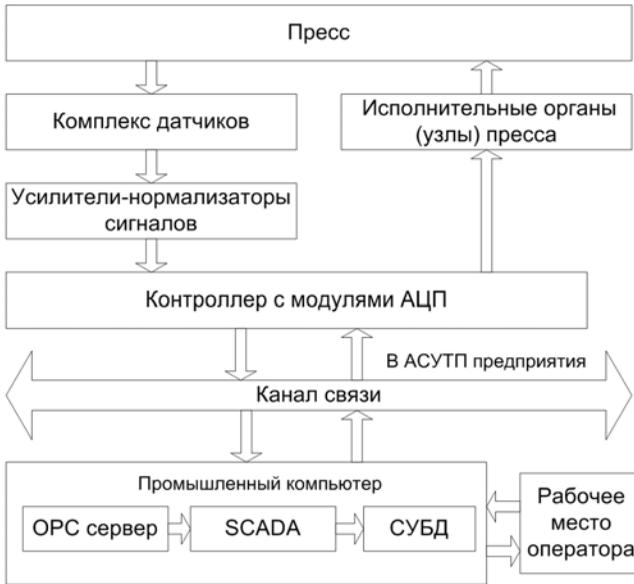


Рис.2. Структурная схема системы мониторинга и управления работой пресса.

Применение преобразователей частоты в системе управления работой валкового пресса позволяет расширить его технологические возможности, что обеспечивается за счет встроенных в преобразователи программируемых контроллеров и дополнительных контроллеров, функционирующих совместно с ними. В частности, управление частотой вращения валков пресса позволит синхронизировать его работу с другим технологическим оборудованием линии брикетирования и расширить диапазон управления ее производительностью. На промышленных валковых прессах конструкции ИЧМ используются электродвигатели переменного тока 4АМУ225М8У2 (30 кВт) и 4А225М4У3 (55 кВт). Для управления работой таких электродвигателей целесообразно использовать частотные преобразователи FR–А700 производства Mitsubishi Electric (Япония), Lenze 9300 Vector (Германия) или их аналоги.

Для измерения положения уровня засыпки в надпрессовом бункере рекомендуется ультразвуковой уровнемер. Температуру шихты можно измерять бесконтактным способом, используя лазерные или инфракрасные пирометры. Определение влажности шихты возможно с помощью измерителей влажности, принцип действия которых основан на корреляционной зависимости диэлектрической проницаемости материала

от содержания в нем влаги при положительных температурах. Диапазон измерения влажности у таких приборов – до 45%, погрешность – 0,8..3%. Для контроля положения шиберной заслонки загрузочного устройства пресса в автоматическом режиме в составе системы управления необходимо изменить конструкцию загрузочного устройства: установить датчик перемещения на корпус шибера, обеспечить управление заслонкой с помощью электродвигателя и передаточного механизма.

Для обработки данных, контроля их отклонения от заданных значений и управления возможно использование микропроцессорных контролеров (МПК). В качестве альтернативы для самописцев, использующих бумажные носители для записи и контроля технологических параметров, целесообразно использовать электронные регистраторы.

Приведенные на рис.1 и 2 структурные схемы контроля и регулирования режимов работы валковых прессов в технологических линиях брикетирования материалов содержат набор элементов, которые целесообразно реализовать при наличии технических и финансовых возможностей и крупномасштабного промышленного производства брикетов. Первоочередным представляется оснащение валковых прессов измерителем усилия прессования, датчиком контроля уровня шихты в надпрессовом бункере, датчиками температуры и влажности шихты и частотным преобразователем. Этот набор устройств в большинстве случаев позволит в достаточной для практики степени осуществлять управление работой брикетного пресса.

Заключение. Первым шагом к реализации технических решений обеспечивающих контроль и регулирование работы валковых прессов конструкции ИЧМ, является их оснащение устройствами контроля и регистрации усилия прессования. Такие устройства должны обеспечивать: непрерывный в процессе работы валкового пресса контроль усилия прессования; линейную зависимость между контролируемым усилием и выходным электрическим сигналом; устанавливать заранее заданное начальное поджатие валков во всем диапазоне нагрузок; вывод данных об усилии прессования на цифровое табло вторичного прибора; возможность подключения компьютера с соответствующим специализированным программным обеспечением, позволяющим отображать динамику изменения усилия прессования в виде графиков и таблиц.

1. *Равич Б.М.* Брикетирование руд. – М.: Недра, 1982. – 183 с.
2. *Эйдельман Л.П.* Состояние брикетирования шихтовых материалов в зарубежной черной металлургии // Черная металлургия. Бюл. научно-технической информации. – 1982. – Вып. 1. – С.28–37.
3. *Эйдельман Л.П.* Оборудование и технология брикетирования в отечественной и зарубежной черной металлургии // Черная металлургия. Бюл.научно–технической информации. – 1988. – Вып. 8. – С. 2–12.
4. <http://www.koerpern.com>

5. <http://www.komarek.com>
6. <http://www.spidermash.ru/>
7. <http://www.hosokawamicon.com>
8. Крячко А.П., Новицкий П.А. Современные методы экономии энергетических ресурсов путем создания систем управления энергохозяйством на базе преобразователей частоты // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 1999. – №6. – С.92– 94.
9. Компоненты систем электроснабжения и автоматизации в промышленности : общий каталог : ООО «СВ АЛЬТЕРА» – Киев. – 156 с.
10. <http://www.mitsubishi-automation.com>
11. Носков В.А. Развитие разработок ИЧМ в области создания прессового оборудования для брикетирования мелкофракционных шихтовых материалов // *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии*. Сб.научн. трудов ИЧМ НАН Украины. – Вып. 12. – 2006. – С.253–266.
12. Экспериментальные исследования основных параметров и режимов брикетирования мелкофракционных техногенных отходов в валковых прессах / В.А.Носков, Б.Н.Маймур, В.И.Петренко, А.Т.Лебедь // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 1999. – № 6. – С.104–107.
13. Установка брикетирования отсевов ферросплавов. / В.И.Большаков, В.С.Куцин, Е.В.Лапин и др. // *Сб. научн. Трудов Национального горного университета*. – №19. – Т.5. – Днепропетровск. – 2004. – С.177–180.
14. <http://www.priborz.ru>
15. <http://www.vzljot.com.ua>
16. <http://www.tpchel.ru>
17. <http://www.microl.com.ua>
18. <http://www.mikroterm.lg.ua>
19. <http://www.regmik.com>

Статья рекомендована к печати:

*Ответственный редактор
раздела «Металлургическое машиноведение»
академик НАН Украины В.И.Большаков
рецензент канд.техн.наук В.В.Веренев*

К.В.Баюл, Б.Н.Маймур, Н.О.Солодка

Розробка технічних рішень, що забезпечують контроль і регулювання режимів роботи валкових брикетних пресів

Метою дослідження є розробка вимог до автоматичної системи управління поточними параметрами процесу брикетування і роботою валкового преса у складі технологічної лінії виробництва брикетів. Виконаний аналіз параметрів, знання яких найбільш важливе для оцінки технологічних і технічних режимів експлуатації валкового преса. Показано, що першочерговим є оснащення валкових пресів вимірником зусилля пресування, датчиком контролю рівня шихти в надпресовому бункері, датчиками температури і вогкості шихти та частотним перетворювачем. Розглянуто технічні можливості вимірювання необхідних параметрів за допомогою вимірювальних засобів різних виробників та рівень оснащення зарубіжних пресів апаратурою для управління.