

УДК: 621.777.06.083.133

**Б.Н.Маймур, К.В.Баюл, А.Т.Лебедь, В.И.Петренко,
С.В.Ващенко, А.Г.Соя**

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЯ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ УСИЛИЯ ПРЕССОВАНИЯ В ВАЛКОВЫХ ПРЕССАХ

Целью работы является разработка средств контроля для регулирования и контроля технологических режимов работы валковых брикетных прессов. Приведено описание измерителя усилия прессования новой конструкции для валковых брикетных прессов, его испытания. На основе экспериментальных данных установлены и проанализированы взаимосвязи между величиной усилия прессования и другими параметрами, характеризующими режимы процесса брикетирования.

брикетные прессы, технологические режимы, контроль, регулирование, режимы процесса брикетирования, параметры

Современное состояние вопроса. Как показывает анализ опыта эксплуатации валковых брикетных прессов, в том числе накопленный в ИЧМ, первоочередным параметром, который необходимо контролировать при работе пресса, является усилие прессования [1]. В сотрудничестве с ЧП «НПФ «МЕТРИКОМ» (г.Днепропетровск) разработан, изготовлен и установлен на экспериментальный валковый пресс ИЧМ измеритель усилия прессования ИУЛ-100. Прибор представляет собой силоизмерительную систему, построенную на тензорезисторных датчиках сжатия 1810дст-1мн со столбиковыми упругими элементами. Основные технические данные измерителя усилия прессования приведены в табл.1. В состав комплекта входят узлы, выполненные в отдельных конструктивах: датчик силоизмерительный тензорезисторный 1810 дст – 1мн, 2шт (рис.1); микрокомпьютер (мк «либра») (рис.2), 1шт; тензочабул с коробкой, 1шт.

Основу датчика составляет упругий элемент в виде стержня, который воспринимает силовую нагрузку с помощью элементов цилиндрической формы, оканчивающихся сферическими поверхностями. В центральной части стержня, закрытой кожухом, наклеены тензорезисторы и размещены нормирующие резисторы. Входы и выходы электрической схемы выведены на клеммы разъема, через который электрическая схема датчика подключается посредством кабеля к вторичной аппаратуре.

Для предохранения резисторов и мест их распайки от повреждений во время монтажа и эксплуатации, а также воздействия агрессивной среды, ниши с резисторами герметизированы, герметизировано также гнездо кабельного штуцера. Принципиальная электрическая схема датчика приведена на рис.3.

Резисторы R1.1, R1.2, R2.1 и R2.2 совместно с резисторами R3.1, R3.2, R6.1 и R6.2 соединены в мостовую схему, подключены к источнику питания (провода кабеля 1 и 3). Напряжение на выходе электрического моста (провода кабеля 2 и 4) при неизменном напряжении питания пропорцио-

нально деформации упругого элемента и, следовательно, измеряемому усилию прессования. Резисторы R3.1, R3.2 служат для балансирования сопротивлений плеч моста, R7 и R8 – для подстройки чувствительности датчика. Резистор R_ш – шунт, предназначенный для подстройки общего сопротивления схемы.

Таблица 1. Техническая характеристика измерителя усилия прессования ИУЛ-100

Число силоизмерительных датчиков, шт.	2
Диапазон измерения, Н	
- наибольший предел измерения (НПИ)	100 000
- наименьший предел измерения (НмПИ)	100
Категория точности по ГОСТ 28836-90	0,25
Пределы допускаемых значений погрешностей, % от НПИ:	
- нелинейность	±0,5
- допускаемая погрешность при калибровке	±0,5
Перегрузочная способность в течении 5 мин, % НПИ	120
Электрическое сопротивление датчиков, Ом	
- входное	380±2,0
- выходное	400±4,0
Сопротивление изоляции датчиков, не менее, МОм	500
Электрическая прочность изоляции датчиков, В	250
Напряжение питания датчиков постоянного тока, В	5
Время установления рабочего режима, не более, мин	15
Время измерения, с ⁻¹	250
Питание осуществляется от сети однофазного переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц	
Потребляемая мощность не более, Вт	15
Максимальная длина линии связи между датчиком и вторичным прибором, м	30

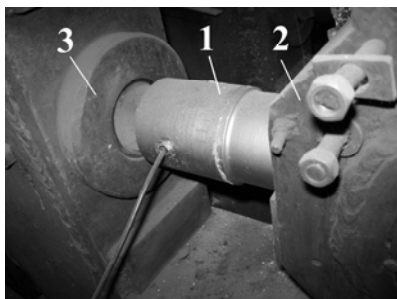
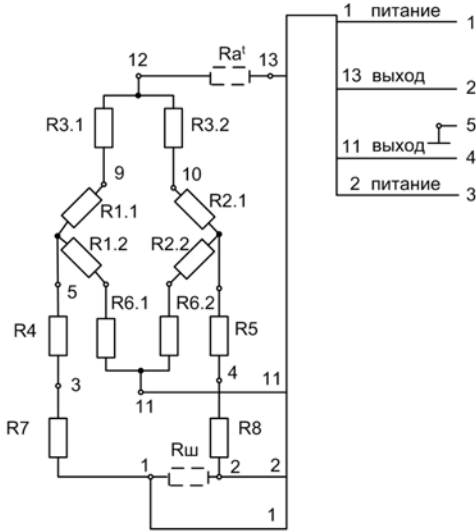


Рис.1. Установка датчика 1810 ДСТ – 1МН на экспериментальном прессе ИЧМ. 1 - датчик; 2 - подушка прессы; 3 - станина.



Рис.2. Микрокомпьютер

МК «Libra» (версия 1.30) предназначен для выполнения вычислительных операций при замере нагрузок совместно с тензометрической системой, индикации значений нагрузок на светодиодном табло, организации оперативного управления и калибровки силоизмерительной системы при различных режимах ее функционирования. Микрокомпьютер (МК) «Libra» отличается от других модификаций данной серии наличием программно управляемого канала выдачи гальванически изолированных аналоговых сигналов, пропорциональных измеряемой нагрузке, а также наличием широкого набора режимов дозирования и программно управляемого режима



линейных характеристик тензодатчиков для создания силоизмерительных систем высокой точности.

Рис.3. Принципиальная электрическая схема датчика 1810 ДСТ – 1МН

МК «Libra» версии 1.30 может работать как автономный силоизмерительный прибор, так и в режиме с дистанционным управлением и индикацией. В версии 1.30 реализована возможность управ-

ления от выносных приборов «Libra». Приборы соединяются между собой с помощью интерфейса RS-485. Выносные приборы полностью повторяют индикаторную панель основного прибора. Управление основным прибором может осуществляться через клавиатуру как выносных, так и основного прибора. Подробно технические характеристики и возможности МК «Libra» даны в руководстве по эксплуатации [2].

Постановка задачи. В настоящее время силоизмерительная система ИУЛ-100 успешно эксплуатируется на экспериментальном валковом прессе ИЧМ, входящим в состав лабораторно-исследовательской базы института. Важным качеством системы является возможность ее дальнейшего совершенствования, в частности, объединения в систему с другим контрольно-измерительным оборудованием и создание на этой базе, с использованием компьютерной техники, комплекса, обеспечивающего регулирование и контроль технологических режимов работы валковых брикетных прессов.

Изложение материалов исследования. Для промышленных прессов конструкции ИЧМ разработан измеритель усилия прессования с учетом кон-

структивных особенностей механизма поджатия валков через два пружинных или гидравлических демпфера. Измеритель состоит из двух силоизмерительных датчиков, кабельно-проводниковой линии и одного или двух вторичных цифровых приборов. Датчики измерителя тензорезисторные кольцевого типа устанавливаются на штоках демпферов между сухарем и поджимной гайкой (рис. 4). Вторичный цифровой прибор того же типа, что и для измерителя экспериментального пресса. Основные технические характеристики измерителя усилия прессования для промышленного пресса наибольший предел измерения (НПИ) на один датчик – 3×10^5 Н, на два датчика – 6×10^5 Н; дискретность отсчета – 100, 200 Н; нелинейность характеристики – не более 0,5% НПИ; допускаемая погрешность измерения при калибровке – $\pm 0,5\%$ НПИ. Остальные технические показатели и функции назначения аналогичны характеристикам измерителя для экспериментального пресса. Измеритель для промышленного пресса позволяет устанавливать заранее заданное начальное поджатие валков с выравниванием нагрузки по правой и левой цапфе подвижного валка или с установкой заранее заданного перекоса (при использовании двух приборов). Имеется возможность контролировать динамику среднего давления на валки (при одном приборе) или отдельно на правый или левый валок (при использовании двух приборов) по цифровому табло вторичного прибора или через компьютер с возможностью регистрации и накопления данных.

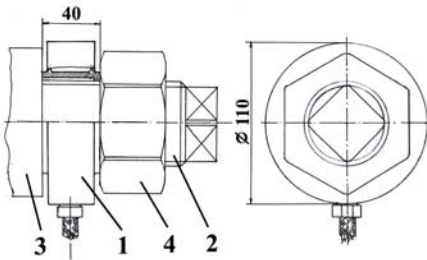


Рис.4. Установка силоизмерительного датчика на промышленном валковом прессе конструкции ИЧМ.

- 1 – датчик; 2 – шток;
3 – сухарь; 4 – поджимная гайка

Эффективность использования датчиков измерения усилия прессования показана на примере описанных ниже опытов по брикетированию шихт на экспериментальном валковом прессе ИЧМ с диаметром валков 500мм. Для приготовления шихт взяты два вида отходов металлургического производства – коксовая мелочь (фр. –5мм) и прокатная окалина (фр. –2мм), связующее – лигносульфонат технический (ЛСТ). Получены существенно различающиеся по «жесткости» и насыпной плотности шихты. Прессование проводили при двух значениях углов подачи шихты α_n на валки – 29° и 37° , задаваемых положением шиберной заслонки загрузочного устройства. От них же определяют значение угла прессования $\alpha_{пр}$, соответствующее началу формирования брикетов. Прессование осуществляли при разных значениях частоты вращения валков пресса – 1 и $3,5 \text{ мин}^{-1}$. Таким образом, для условий брикетирования каждой из шихт выделены четыре режима (табл. 2). В ходе экспериментов

отобрали брикеты, полученные при стабильном режиме процесса брикетирования, и регистрировали с помощью ИУЛ-100 значения усилия прессования, соответствующие моменту их получения.

Методом парафинирования определена плотность для отобранных брикетов. По соотношению плотности брикета и насыпной плотности шихты определены значения коэффициентов уплотнения K_y . Расчетным путем с использованием полученных значений K_y определены соответствующие им значения углов прессования (табл. 2):

$$\alpha_{np} = \arccos\left[1 - (K_y - 1) \frac{H_{бр}}{D_0}\right],$$

где $H_{бр}$ - средняя толщина брикета;

D_0 - приведенный диаметр валков.

Экспериментально установленные взаимосвязи между параметрами, характеризующими режимы брикетирования – частотой вращения валков, плотностью брикетов, углом подачи и усилием прессования – графически представлены на рис. 5.

Анализируя данные, представленные в табл.2 и рис.5., можно отметить следующее.

1. Исследуемая шихта имеет различные физико-механические характеристики и степень сопротивления сжатию, что отражается на значениях усилий прессования. При одинаковых значениях углов подачи шихты и частоте вращения валков значения усилий прессования существенно отличаются. Таким образом, по изменению величины усилия прессования во время работы пресса в составе технологической линии можно судить об изменении свойств шихты, подаваемой на брикетирование.

2. Величина плотности брикетов возрастает с увеличением угла подачи шихты на валки. При этом увеличивается значение усилия прессования, что характерно для обеих исследованных шихт. Следовательно, повышение плотности брикетов возможно за счет увеличения угла подачи шихты в валки. Более высокие усилия прессования развиваются при брикетировании шихты на основе прокатной окалины, что объясняется ее более высоким сопротивлением сжатию.

3. С ростом частоты вращения валков при неизменном значении угла подачи материала на валки наблюдается снижение усилий прессования, что обусловлено действием воздуха, находящегося между частицами материала, и выдавливается из него в результате уплотнения в очаге деформации. Вытесненный из материала воздух движется, в основном, в направлении обратном направлению брикетирования и нарушает нормальный приток материала в зону прессования. Происходит разрыхление материала, что приводит к изменению его физико-механических характеристик – плотности, коэффициентов внутреннего и внешнего трения. Ухудшаются условия сцепления частиц материала как между собой, так и с поверхностью валков. Однако, в исследованном диапазоне частоты вращения валков пресса изменение плотности брикетов незначительно и составляет порядка 2...3%.

Таблица 2. Результаты экспериментальных и аналитических исследований основных параметров процесса брикетирования шихты в экспериментальном валковом прессе

Шихта	Насыпная плотность шихты, г/см ³	Режимы брикетирования	Экспериментальные данные				Расчетные данные	
			Частота вращения валков, мин ⁻¹	Угол подачи шихты на валки, град.	Плотность брикета, г/см ³	Усилие прессования, кН	Коэффициент уплотнения	Угол прессования, град.
90% коксовой мелочи +10% ЛСТ	0,55	1	1	29	1,338	75	2,44	15
		2	3,5	29	1,332	75	2,43	15
		3	1	37	1,424	150	2,59	15,5
		4	3,5	37	1,404	142	2,56	15,5
95% прокатной окалины +5% ЛСТ	1,33	1	1	29	3,97	135	2,98	16,8
		2	3,5	29	3,89	110	2,92	16,8
		3	1	37	4,28	460	3,22	17,8
		4	3,5	37	4,19	370	3,15	17,6

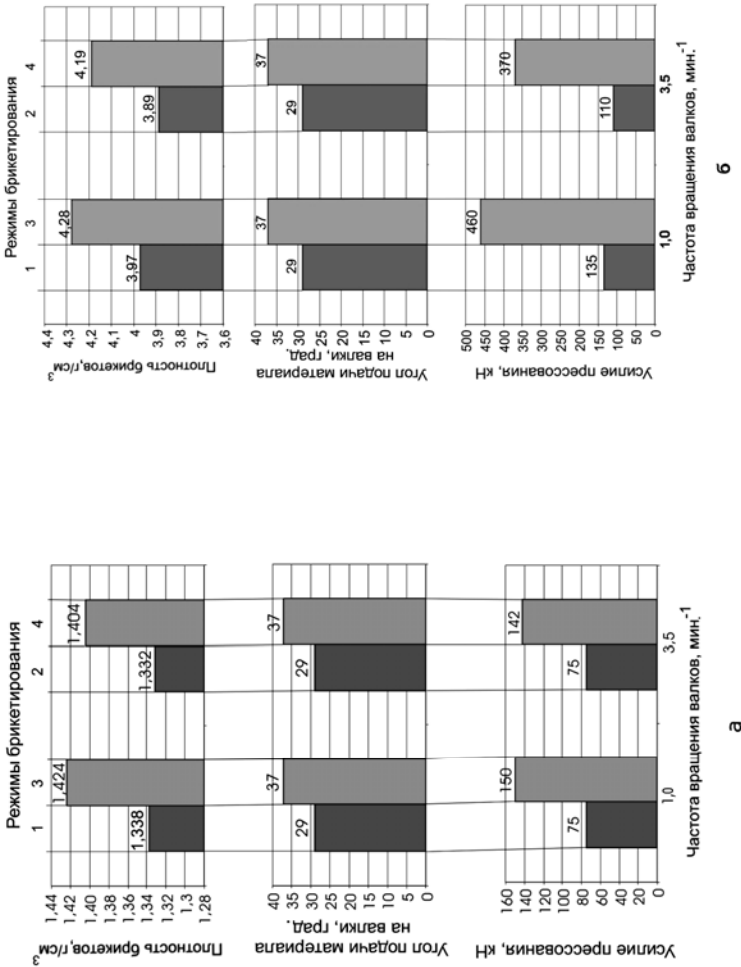


Рис. 5. Режимы и силовые параметры брикетирования шихт:

а - 90% коксовой мелочи и 10 % ЛСТ; б - 95% прокатной окатыни и 5 % ЛСТ

В промышленных валковых прессах более широкий диапазон частот вращения валков, и плотность брикетов может измениться более существенно. На практике частоту вращения валков пресса необходимо выбирать с учетом обеспечения требуемой плотности и прочности брикетов.

Заключение. Таким образом, выделяются три основных параметра, характеризующих режим брикетирования мелкофракционных шихт в валковых прессах и взаимосвязанных с силовыми параметрами процесса: угол подачи материала в валки, определяющий угол прессования; частота вращения валков пресса; физико-механические свойства шихты, опреде-

ляючі її опірності стисненню. С використанням засобів і методів реєстрації цих параметрів, інтегрованих в систему управління валковим пресом, можна забезпечити регулювання і контроль технологічних режимів процесу брикетування і умов роботи преса з метою забезпечення їх стабільності.

1. *Баюл К.В., Маймур Б.Н., Солодка Н.А.* Розробка технічних рішень, забезпечуючих контроль і регулювання режимів роботи валкових брикетних пресів // *Фундаментальні і прикладні проблеми чорної металургії*. Сб.научн.тр.ИЧМ НАН України. – Вип. 19. – Днепропетровск: «Визіон», 2009. – С.
2. *Цифровий* індикатор ваги «Libra». Одноканальна система з лінеаризацією: *Руководство по эксплуатации / ООО «Весомизмеритель»*. – Харьков. – 2006. – 86с.
3. *Носков В.А.* Механізм формування осередку деформації при брикетуванні мелкофракційних шихт в валкових пресах // *Металургічна і гірничо-промислова індустрія*. – 1998. – № 2. – С.137–139.

Стаття рекомендована до друку:

*Відповідальний редактор
розділу «Металургічне машинобудівництво»
академік НАН України В.І.Большаков*

Б.М.Маймур, К.В.Баюл, А.Т.Лебідь, В.І.Петренко, С.В.Ващенко, А.Г.Соля

Розробка і випробування засобів контролю зусилля пресування у валкових пресах

Метою роботи є розробка засобів контролю для регулювання і контролю технологічних режимів роботи валкових брикетних пресів. Приведено опис вимірника зусилля пресування нової конструкції для валкових брикетних пресів, результати його випробування. На основі експериментальних даних встановлено і проаналізовано взаємозв'язки між величиною зусилля пресування та іншими параметрами, що характеризують режими процесу брикетування.