



Анализ современных машин для брикетирования мелкофракционных сырьевых материалов

Выполнен анализ современного состояния развития прессового оборудования для брикетирования мелкофракционных сырьевых материалов на горнодобывающих и металлургических предприятиях. Рассмотрены основные технологические и конструктивные особенности наиболее распространенных типов прессового оборудования для брикетирования. Показаны преимущества использования отечественными предприятиями в процессах брикетирования металлургического сырья валковых брикетных прессов разработанных в Институте черной металлургии и выпускаемых экспериментально-производственным предприятием института. Ил. 1. Библиогр.: 11 назв.

Ключевые слова: мелкофракционные сырьевые материалы, валковые прессы, брикетирование

The analysis of the current state of press equipment for briquetting small fraction of raw materials for the mining and metallurgical industries. The basic technological and design features of the most common types of press equipment for briquetting. The advantages of domestic enterprises in the process of briquetting of metallurgical raw materials roller briquetting presses developed in the Institute of Ferrous Metallurgy and produced experimental-industrial enterprise institute.

Keywords: small fraction raw materials, roll press, briquetting.

Введение

В настоящее время предприятия, реализующие в своем технологическом цикле процесс брикетирования, не всегда рационально подходят к вопросу выбора технологий и оборудования для его реализации. Важным условием создания промышленного участка брикетирования является правильный выбор типа и конструктивного исполнения пресса, как основного агрегата для производства брикетов.

Выбор прессового оборудования для брикетирования обуславливают ряд факторов. Первые и наиболее очевидные это стоимость, надежность и возможность сервисного обслуживания оборудования. Однако эти факторы не всегда можно считать определяющими. Качество подготовки сырья в значительной мере определяют технико-экономические показатели металлургического производства и правильный выбор оборудования для брикетирования.

Целью и задачей данной работы является анализ основных характеристик и условий применения современных машин для брикетирования мелкофракционных материалов, предлагаемых на рынке промышленного оборудования, оценка соответствия разработок Института черной металлургии им. З.И. Некрасова НАН Украины (ИЧМ) в данной области требованиям промышленных предприятий. Данный анализ позволит определить перспективные направления совершенствования прессового оборудования, разрабатываемого специалистами института.

Изложение основных материалов исследования

В процессах брикетирования применяют меха-

нические и гидравлические прессы непрерывного и периодического действия различной конструкции с одно- и двухсторонним обжатием брикетируемой шихты. К машинам непрерывного действия относятся валковые, кольцевые и гусеничные прессы; периодического действия – штемпельные, вибрационные, столовые, рычажные, ротационные и др.

Несмотря на большое количество прессов различных конструкций предлагаемых на современном рынке оборудования, производителей надежных прессов для брикетирования с широким диапазоном эксплуатационных характеристик, которые бы удовлетворяли требованиям предприятий горно-металлургического комплекса не так и много. Кроме того, на сегодняшний день нет четких рекомендаций по наиболее предпочтительному использованию того или иного типа прессового оборудования в конкретных производственных условиях.

Существует целый ряд конструкций прессового оборудования, которые не позволяют получить существенного эффекта при использовании в технологических линиях горнодобывающих и металлургических предприятий. К примеру, существует большое количество производителей гидравлических прессов, к наиболее известным можно отнести «Hocker Polytechnik GmbH», «Gross apparatebau GmbH», «Wiema», «RUF» (Германия), «Comafert» (Италия). Гидравлические брикетные прессы в основном используются предприятиями, которые работают с небольшими объемами различных, как правило, не металлургических материалов, а сырья для производства топливных брикетов плотностью 0,9-1,0 г/см³.

Диапазон производительности прессов, при этом составляет 40-500 кг/ч. Некоторые модификации гидравлических прессов спроектированы для работы с металлосодержащим сырьем при этом их производительность не превышает 2000 кг/час, что больше подходит для малых и средних предприятий.

Близкими по назначению и технологическим характеристикам к гидравлическим прессам для брикетирования являются ударно-механические прессы. Наиболее известным производителем такого оборудования является «C.F.Nielsen» (Дания), производительность выпускаемых этим предприятием машин находится в диапазоне от 225 до 2000 кг/ч.

Известно большое количество производителей прессов шнекового типа, данные машины, в основном, находят применение при производстве малых партий топливных брикетов из сырья преимущественно растительного происхождения, поэтому в данной работе их анализ не приводится.

В практике брикетирования металлургического сырья известны примеры применения вибропрессового оборудования, которое, как правило, предназначено для производства различных строительных блоков. В технологических линиях укомплектованных такими прессами основным связующим веществом является цемент с различными добавками, количество которого в составе брикета зачастую превышает 10 %. Малая сырая прочность брикетов полученных на вибропрессах требует дальнейшего их упрочнения за счет вылеживания на специальных поддонах, для чего необходимо выделение дополнительных производственных площадей.

Основным недостатком использования гидравлических, ударно-механических, шнековых и вибрационных брикетных прессов на предприятиях горно-металлургического комплекса является их малая производительность.

Существуют технологические решения, когда с целью увеличения объемов производства брикетов в технологической линии используют сразу несколько машин указанных типов и объединяют их в единый комплекс. Такое решение обладает рядом недостатков. Рост производительности технологической линии в этом варианте сопряжен с непропорциональным увеличением производственной площади занимаемой оборудованием, усложнением схем управления технологическим процессом и организацией работ по ремонту и обслуживанию оборудования. Еще одним недостатком является то, что суммарная потребляемая мощность такой технологической линии значительно больше, к примеру, чем при оснащении линии брикетирования валковым прессом с аналогичной производительностью.

Высокая производительность и надежность, возможность гибко изменять технологию получения брикетов и малые эксплуатационные затраты определили широкое распространение валковых прессов в технологических линиях переработки сырья на горнодобывающих и металлургических предприятиях.

Среди зарубежных предприятий, специализирую-

щихся в области разработок и производства валковых прессов можно выделить ряд фирм.

«K. R. Komarek Inc» (США) осуществляет изготовление нескольких базовых конструкций валковых прессов производительностью от 1-25 кг/ч (лабораторный валковый пресс) до 80 т/ч. В соответствии с классификацией, принятой на данном предприятии, производимые им валковые прессы делятся на три категории.

Лабораторные валковые прессы, производимые этим предприятием, являются в настоящее время самыми малогабаритными прессами валкового типа на мировом рынке. Эти машины применяются для исследования процессов брикетирования разнообразных сыпучих материалов в лабораторных условиях. Основные рабочие механизмы, участвующие во взаимодействии с брикетируемым материалом выполнены из нержавеющей стали. В конструкцию пресса также входят смеситель и шнековый механизм подачи шихты в валки. Максимальный размер брикета 34x18x12 мм. Диаметр и длина рабочих поверхностей валков, соответственно, равны 100 и 38 мм. Максимальное усилие прессования – до 50 кН. Прессы оснащены системой для сбора и обработки данных, характеризующих параметры брикетирования и работы оборудования.

Модели прессов серии «В» разработаны для условий прессования мелкофракционных материалов при высоких давлениях с обеспечением быстрой замены валков. Типичные области их применения включают прессование неорганических веществ, таких как негашеная известь и металлические порошки. Отличительной конструктивной особенностью этих прессов является консольное крепление валков, что обеспечивает их быструю замену без разборки основной конструкции пресса. Производительность этих прессов составляет от 115 кг/ч до 9 т/ч.

Модели прессов серии «ДН» предназначены для работы в широком диапазоне значений давления прессования, что позволяет выполнять оптимизацию технологического режима брикетирования с учетом физико-механических свойств шихты. В данных моделях прессов валки имеют по две подшипниковые опоры, в отличие от серии «В». В зависимости от технологии и требуемой производительности прессы оснащаются валками различной длины. Эти прессы применяются для брикетирования широкого спектра материалов, к примеру, различных видов угля, оксидов металлов, химических веществ, различных рудных материалов, в том числе со связующими веществами. Валки прессов выполняются как цельные, так и со съёмными прессующими сегментами. Подача шихты в межвалковое пространство вертикальная, при этом она может осуществляться с помощью подающего шнека или гравитационно за счет собственного веса шихты.

«Bepex International LLC» (США) производит базовую серию «MS» брикетных прессов и валковых уплотнителей производительностью от 100 кг/ч до 100 т/ч. Это универсальные валковые машины,

предназначенные для работы в тяжелых условиях, которые оснащаются различными типами шнековых подающих устройств, валками с различными диаметрами и длиной рабочих поверхностей, размерами и конфигурацией формующих элементов, которые оптимизируются применительно к конкретным технологическим условиям. Прессы оснащены гидравлическим устройством измерения усилия прессования, которое также позволяет осуществлять управление режимами подачи шихты и работы пресса для поддержания параметров прессования в заданном диапазоне. Валки прессов выполняются составными со сменными кольцевыми бандажами или сегментами. В качестве материалов для изготовления используется широкий спектр металлов и сплавов, которые выбираются с учетом конкретных технологических условий и свойств уплотняемого материала. На этих машинах можно получать как гранулированный материал, так и брикеты заданных размеров и формы. Отличительной особенностью этих прессов является то, что они рассчитаны, в основном, на осуществление процесса уплотнения материалов без добавления влаги и использования связующих веществ. Размеры получаемых брикетов находятся в пределах 12-300 мм. Процесс грануляции с использованием этих машин осуществляется следующим образом. Сначала на прессе получают компактные плиты спрессованного материала, которые впоследствии дробят и отсеивают гранулы требуемой фракции.

«Maschinenfabrik Köppern GmbH & Co. KG» (Германия) производит валковые прессы для горячего и холодного брикетирования производительностью от 4 до 80 т/ч. Прессы позволяют получать брикеты подушкообразной формы объемом от 1,5 до 220 см³, размерами от 19х16х9 до 92х69х65 мм. Конструкция валков прессов позволяет воспринимать нагрузки до 140 кН на сантиметр длины рабочей поверхности валка. В зависимости от требуемых технологических параметров и воспринимаемых ими нагрузок прессы оснащаются валками с кольцевыми бандажами или сегментами. Диаметр валков зависит от конструктивного исполнения пресса и находится в диапазоне 300-1400 мм, при этом значение максимального усилия прессования, в зависимости от модели пресса, составляет от 400 до 7600 кН. Прижим валков осуществляется гидравлической системой, с ее же помощью осуществляется контроль величины усилия прессования. При необходимости прессы оснащаются шнековыми подающими устройствами.

«Sahut-Conreug» (Франция) производит валковые прессы для брикетирования и грануляции. Размеры прессов производимых этим предприятием определяются габаритными размерами рабочих поверхностей валков, диаметры находятся в пределах от 150 до 1400 мм и длина от 30 до 1600 мм. Прессы изготавливаются таким образом, что позволяют изменять рабочие нагрузки от 1 до 150 кН на сантиметр длины рабочей поверхности валка. Частота вращения валков может регулироваться в пределах до 25 мин⁻¹, а при необходимости может быть дополнительно увеличе-

на. Валки могут изготавливаться в двух конструктивных исполнениях, с кольцевыми бандажами и с сегментами. Система прижима и предохранения валков от перегрузок гидравлическая. При необходимости прессы оснащаются подпрессовщиками шнекового типа. Приводы прессов оснащаются редукторами с двумя раздаточными валами, что позволяет синхронизировать работу валков. В конструкции прессов в зависимости от требований к условиям производства применяют как электродвигатели, так и гидромоторы.

На территории Российской Федерации действует предприятие ЗАО «НПО Спайдермаш», которое изготавливает валковые брикетные прессы производительностью от 1 до 54 т/ч с частотой вращения валков 3-10 мин⁻¹ и усилием прессования от 1000 до 4000 кН. Механизм прижима валков может быть как гидравлический, так и механический. Прессы ряда конструкций оснащены подпрессовщиками.

Известно предприятие «Anyang GEMCO Energy Machinery Company Co., Ltd» работающее на территории Китая, производящее различные типы прессов для брикетирования. Этим предприятием выпускаются восемь модификаций валковых прессов производительностью от 1 до 30 т/ч, при соответствующем диапазоне мощностей привода пресса от 5,5 до 90 кВт. Прижим валков механический или гидравлический в зависимости от модели пресса. Валки пресса оснащаются кольцевыми бандажами, которые изготавливаются из марганцовистых и хромомарганцовистых сталей. Формующие элементы на рабочих поверхностях валков выполняются в виде симметричных полуформ. Частота вращения валков, в зависимости от модели пресса 10-18 мин⁻¹. Несмотря на малую стоимость, в сравнении с ведущими мировыми производителями валковых прессов, машины производства данного предприятия не нашли широкого применения на горнодобывающих и металлургических предприятиях Украины.

Несмотря на то, что рядом зарубежных предприятий проектируются и выпускаются различные модификации валковых прессов, их приобретение и внедрение для многих отечественных предприятий является в настоящее время затруднительным. Стоимость такого оборудования, а также затраты на его ремонт и эксплуатацию велики. Как показывает опыт, конструктивные и технологические параметры пресса, конфигурацию и размеры формующих элементов необходимо выбирать для каждого вида брикетируемого материала отдельно. При этом необходима разработка и освоение в условиях действующего предприятия технологии брикетирования и режимов работы прессового оборудования с учетом технологических особенностей местной сырьевой базы, условий получения брикетов и их дальнейшего промышленного использования.

В ИЧМ принят комплексный подход к разработке технологий и оборудования для брикетирования. Он включает изучение физико-механических свойств исходного мелкофракционного материала, отработку режимов брикетирования этого материала, создание

технологического регламента получения брикетов, разработку и изготовление в условиях экспериментально-производственного предприятия института прессового оборудования и освоение технологии и оборудования в производственных условиях.

Валковые прессы, разработанные в ИЧМ (рисунок), соответствуют ТУ У 29.4-00190578-001, защищены патентами Украины [1-3] и производятся Экспериментально-производственным предприятием Института черной металлургии им. З.И. Некрасова НАН Украины (ЭПП ИЧМ) [4].



Рисунок. Валковый пресс конструкции ИЧМ для брикетирования мелкофракционных материалов

Следует отметить, что данные машины, в сравнении с зарубежными аналогами являются более привлекательными с точки зрения затрат на их приобретение и эксплуатационное обслуживание, что делает их более доступными для отечественных предприятий. Важной конструктивной особенностью валковых прессов ИЧМ, является то, что они представляют собой машины бесстанинного типа. Это облегчает условия монтажа узлов пресса при выполнении его сборки и осуществлении ремонтов.

В конструкции прессов предусмотрено использование двух типов устройств прижима и предохранения от перегрузок валков – механических и гидравлических. Механические предохранительные устройства в ходе эксплуатации показали свою надежность, ими, как правило, оснащаются прессы, предназначенные для работы в условиях стабильного технологического режима и свойств брикетируемой шихты. Прессы, оснащенные гидравлическими предохранительными устройствами, позволяют работать в широком диапазоне технологических режимов и свойств шихты, обеспечивая стабильность получения качественных брикетов и работы прессового оборудования. При превышении заданных техническими характеристиками пресса нагрузок, оборудование, входящее в гидравлическую систему, позволяет осуществить остановку привода пресса, уменьшить давление в гидросистеме, и тем самым осуществить защиту пресса от поломки.

При необходимости пресс может оснащаться системой измерения усилия прессования, разработан-

ной ИЧМ совместно с предприятием «Метриком» (Днепропетровск, Украина) [5]. Система позволяет контролировать величину усилия прессования и осуществлять остановку пресса при перегрузках. Валки прессов оснащаются сменными кольцевыми бандажами, которые изготавливаются из сталей, обеспечивающих после термообработки, твердость рабочих поверхностей 58–61 HRC [6].

Размеры и конфигурация формующих элементов, выполненных на рабочих поверхностях бандажей, согласуются с заказчиком. Наиболее часто, бандажи выполняются с одним из трех типоразмеров формующих элементов 32,0×30,0×15,0 мм; 40,0×38,5×18,5 мм и 63,6×60,0×27,0 мм зубчато-желобчатой конфигурации, позволяющими получать брикеты пельменеобразной формы объемом от 10 до 50 см³. Данная конфигурация формующих элементов, в отличие от подушкообразной и подобных ей конфигураций, не требует точного совмещения соответствующих поверхностей формующих элементов на обоих валках. Тем не менее, в ряде вариантов, обусловленных технологическими особенностями производства и дальнейшего использования брикетов, требуется корректировка геометрических параметров формующих элементов и конструкции бандажей. В этой связи важно еще на стадии проектирования прессового оборудования оценить влияние конфигурации формующих элементов на энергосиловые и технологические параметры процесса брикетирования. В институте разработан специальный расчетно-аналитический аппарат и выполнены исследования [7-9], которые позволяют научно обосновано подойти к выбору параметров формующих элементов с учетом свойств брикетируемой шихты и требований, предъявляемых к прессовому оборудованию.

В настоящее время специалистами института и ЭПП ИЧМ проводятся исследования направленные на разработку методов и технических решений, направленных на совершенствование эксплуатационных характеристик валковых прессов [10].

Важным параметром, оказывающим влияние на эффективность работы прессового оборудования в составе технологической линии брикетирования и качество брикетов, является длительность эксплуатации бандажей. В связи с этим специалистами института проводятся исследования, включающие создание расчетных и аналитических методов прогнозирования влияния износа бандажей валковых прессов на технологические и энергосиловые параметры процесса брикетирования [11].

Технологии и прессовое оборудование, созданные специалистами ИЧМ и ЭПП ИЧМ, успешно используются на ряде предприятий Украины и СНГ: ПАО «Никопольский завод ферросплавов», ПАО «Арселор Миттал Кривой Рог», ПАО «Брикет», ПАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод», Донской ГОК АО «Казхром» ТОО, ОАО «Семилукский огнеупорный завод», Завод по производству брикетов для металлургической промышленности ООО «Конкрет» и др.

Расширение номенклатуры материалов перерабатываемых брикетированием и увеличение спроса на прессы валкового типа способствовали разработке специалистами института ряда модификаций базовой конструкции валкового пресса отличающихся между собой как по производительности, так и по развиваемым усилиям прессования. В настоящее время институт, с учетом требований производства, может предложить разработку технологий брикетирования и изготовить валковые прессы для их осуществления с усилием прессования до 2000 кН и производительностью от 5 до 60 т/ч.

Выводы

Изучение современного уровня развития и применения в производстве прессового оборудования для брикетирования показывает, что наиболее перспективным в условиях горнодобывающих и металлургических предприятий для брикетирования мелкофракционных сырьевых материалов является применение валковых прессов. Машины данного типа обладают широким диапазоном производительности, малыми эксплуатационными затратами и обеспечивают возможность переработки большого спектра материалов с различными свойствами. Представленные в работе материалы позволяют сделать выводы, что разработки ИЧМ в области создания валковых прессов для брикетирования мелкофракционных сырьевых материалов востребованы на производстве, постоянно совершенствуются и отвечают современному уровню развития данного направления. Ряд модификаций валковых прессов разработанных специалистами ИЧМ, производимых экспериментально-производственным предприятием института позволяет удовлетворить потребности различных промышленных предприятий в брикетных прессах.

Библиографический список

1. Пат. 88846 Україна МПК (2009) В 30 В 11/00, В 30 В 3/00. Валковий прес для брикетування дрібнофракційних матеріалів / В.О. Носков, Б.М. Маймур, В.І. Петренко. – № а 2008 10799; Заявлено 01.09.2008. Опубл. 25.11.2009, Бюл. № 22.
2. Пат. Україна № 19268 на промисловий зразок. Валковий прес для брикетування дрібнофракційних матеріалів / В.І. Большаков, Б.М. Маймур, І.Г. Мурьова, О.Т. Лебідь, В.І. Петренко. – № с 2009 00368; Заявлено 23.03.2009. Опубл. 27.07.2009, Бюл. № 14.
3. Пат. 86442 Україна МПК В30В 15/00 (2006.01), F16К 17/00 (2006.01), F15В 21/00 (2006.01), В25В 33/00 (2006.01). Пристрій для затягування пружинних запобіжних пристроїв / В. О. Носков, О.Т. Лебідь, В. І. Петренко, Б. М. Май-

мур. – № а 2007 03609; Заявлено 02.04.2007. Опубл. 27.04.2009. Бюл. № 8.

4. <http://epichm.com.ua> (дата обращения 22.04.2013.)

5. Маймур Б. Н. Разработка и испытания средств контроля усилия прессования в валковых прессах // Б.Н. Маймур, К.В. Баюл, А.Т. Лебедь и др. / Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: Сб. научн. тр. - Дніпропетровськ.: ІЧМ НАН України, 2009. - Вип. 20. - С. 320-327.

6. Совершенствование конструкции и улучшение эксплуатационных характеристик валковых брикетных прессов / Б.Н. Маймур, В.И. Петренко, А.Т. Лебедь // БНТИ Черная металлургия. – 2011. - № 12. – С. 67-71.

7. Носков В.А. Создание и внедрение прессового оборудования для брикетирования мелкофракционных металлургических отходов: Дис... д-ра техн. наук: 05.05.08 / НАН Украины; Институт черной металлургии им. З.И.Некрасова. - Днепропетровск, 2001. – 318 л. - Библиогр.: л. 288-304.

8. Разработка параметров формирующих элементов валковых прессов для брикетирования мелкофракционных металлургических отходов [Рукопись]: диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук / К.В. Баюл; научн. рук. В.А. Носков; НМетАУ. - Днепропетровск, 2008. - 173 с. - Библиогр.: с. 158-172.

9. Баюл К.В. Аналитическое исследование влияния геометрических параметров формирующих элементов валковых прессов на процесс брикетирования // Порошковая металлургия. - 2012. - № 3/4. – С. 38-49.

10. Выбор концепции и методов исследования влияния износа бандажей валковых прессов на технологические и энергосиловые параметры процесса брикетирования / К.В. Баюл, В.И. Петренко, Б.Н. Маймур // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: Сб. научн. тр. - Днепропетровск: ИЧМ НАНУ. - 2011. - Вып. 24. — С. 241-246.

11. Разработка экспертной системы принятия оптимальных решений, обеспечивающих увеличение ресурса эксплуатации бандажей валковых прессов / К.В. Баюл, В.И. Петренко // Регіональний міжвузівський зб. наук. пр. – Вип. 2 (85). – Дніпропетровськ: Системні технології, 2013. – С. 3-11.

Поступила 25.04.2013

