

УДК: 621.777.06: 622.788.32.002.5

К. В. Баюл, С. В. Вашенко, А. Ю. Худяков, Н. А. Солодкая, Э. Б. Прокудина

**ФОРМИРОВАНИЕ РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ  
ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОГО ВАЛКОВОГО ПРЕССА  
УСОВЕРШЕНСТВОВАНОЙ КОНСТРУКЦИИ***Институт черной металлургии им. З.И. Некрасова НАН Украины  
ГВУЗ ДВНЗ Государственный химико-технологический университет*

Целью работы является разработка технических решений, направленных на создание высокопроизводительного валкового брикетного пресса. Обобщены результаты ранее проведенных исследований и опыт создания валковых прессов различных конструкций, оценки их производственной и технологической эффективности. Установлено, что в основу разработки усовершенствованной конструкции пресса должны быть положены принципы, обеспечивающие её простоту, снижение металлоемкости, габаритов, удобство в эксплуатации, а также возможность обеспечения требуемых физико-механических свойствами и качества брикетов. Показано, что эти принципы могут быть реализованы в процессе модернизации созданных ранее в Институте черной металлургии валковых прессов. Модернизация валкового пресса может быть реализована путем использования механических и гидравлических устройств для предохранения валков от перегрузок, разработки новых эффективных способов крепления бандажей и элементов привода, использования современных устройств контроля и управления для регулирования работы пресса. Расширение технологических возможностей пресса обеспечивается путем использования устройств для распределения и предварительного уплотнения брикетируемой шихты. Выбор рациональной схемы деформации и калибровки рабочих поверхностей валков пресса обеспечивает оптимизацию энергосиловых параметров брикетирования. В работе сформулированы рекомендации и требования к созданию усовершенствованного высокопроизводительного валкового пресса для брикетирования широкого спектра мелкофракционных сырьевых материалов. Предложено принципиальное решение компоновки пресса.

**Ключевые слова:** валковый пресс, конструкции, принципы модернизации, брикетирование, оптимизация, качество

**Введение.** Анализ информации об известных конструкциях валковых прессов для брикетирования [1-16] показал, что основным недостатком значительного количества агрегатов данного типа является их высокая металлоемкость, вызванная, прежде всего, конструктивными особенностями несущих элементов, воспринимающих основную технологическую нагрузку в виде усилия и момента прессования – станина, рама, подшипниковые опоры и линия привода. Довольно часто, конструкция валкового блока, воспринимающая технологическую нагрузку в виде распорного усилия при сжатии мелкофракционной шихты в очаге деформации, как правило, выполняется в виде станины или массивной составной рамы замкнутой конструкции с определенным запасом прочности и жесткости, охватывающей опоры валков [9, 16, 17].

*«Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии»,  
Сборник научных трудов ИЧМ. – 2018. - Вып.32*

Привод валков зачастую имеет массивные промежуточные валы [3, 4, 10, 11, 15]. Все это приводит к повышенной металлоемкости пресса. Так, демонтаж валков из станины открытого типа, осуществляемый извлечением их вверх, требует большого количества операций по съему крышки станины и загрузочного устройства, отсоединению коммуникаций и т.д. Демонтаж валков в прессах со станиной закрытого типа осуществляется ещё сложнее. Замена валков в случае их износа или поломки связана с трудоемкими операциями по их извлечению из пресса и, соответственно, по их установке, что негативно сказывается на показателях эффективности использования и обслуживания оборудования. В связи с этим актуальным является разработка технических решений, направленных на совершенствование конструкций валковых прессов, позволяющих повысить показатели их технической и технологической эффективности.

**Целью и задачей работы** является формулирование направлений и рекомендаций по разработке технических решений, направленных на создание высокопроизводительного валкового брикетного пресса.

**Изложение основных материалов работы.** В основу разработки усовершенствованной конструкции пресса должны быть положены принципы, обеспечивающие её простоту, снижение металлоемкости, габаритов, удобство в эксплуатации, а также обусловленные физико-механическими свойствами брикетируемых шихт и требованиями к качеству брикетов [17-22].

Для уточнения направлений и рекомендаций по созданию усовершенствованного валкового пресса проведен анализ показателей технологичности и эффективности валковых прессов конструкции ИЧМ, в том числе, в сравнении с прессами других разработчиков. Анализ велся по критериям оценки широко распространенным в области исследования вопросам повышения энергоэффективности, надежности и ресурса эксплуатации металлургического оборудования [23]: удельное усилие прессования  $P_u$ ; удельная энергоемкость  $E_u$ ; удельная металлоемкость  $G_u$ ; удельная стоимость  $S_u$ .

Для оценки эффективности компоновочных и конструктивных решений принят один из наиболее востребованных прессов ИЧМ (модель ПБВ-19) и близкие к нему по своим параметрам прессы зарубежных производителей. Сравнительный анализ ведется на основе рассчитанных показателей технологичности и эффективности (табл. 1).

При сопоставимых значениях максимально допустимых усилий прессования  $P_{max}$  следует обратить внимание на отличие значений допустимого удельного усилия прессования  $P_u$ . Это обусловлено разницей ширины прессующих поверхностей валков. При этом по данному показателю ( $P_u=10...50\text{кН/см}$ ) все из анализируемых прессов применимы

для брикетирования большинства мелкофракционных сырьевых материалов в металлургической и горнорудной промышленности.

Что касается показателей энергоэффективности и металлоемкости, то пресс модели ПБВ-19 обладает меньшей удельной энергоемкостью  $E_u$  (на  $\geq 23,3\%$ ) и металлоемкостью  $G_u$ , (в  $\approx 2,6$ раза) в сравнении с прессами ДН400, ЗУ650-120 и БПВ400/200-100. Данное отличие объясняется тем, что в состав валковых прессов ДН400 и ЗУ650-120 входит массивная сварная станина, раздаточный редуктор и промежуточные валы, что существенно увеличивает величину их удельной металлоемкости  $G_u$ . Пресс БПВ400/200-100 представляет собой рамную конструкцию, что должно снижать его металлоемкость, но оснащение подпрессовщиком для улучшения условий захвата шихты при уменьшенном диаметре валков (400мм) и наличие раздаточного редуктора с промежуточными валами приводит к увеличению его металлоемкости по сравнению с прессом конструкции ИЧМ. Компонровка привода и валкового блока прессов конструкции ИЧМ на сварной раме с шарнирным креплением одного из валков и расположение демпферов предохранительного устройства выше линии центров валков позволяет снизить металлоёмкость данного агрегата, тем самым, при меньших массе и габаритах, в сравнении с прессами других производителей.

Таблица 1. Характеристики валковых прессов

Разработчик	K.R. Komarek Inc., США	Luoyang Zhongyuan Mining Machine Manufacture Co., Ltd., Китай	ЗАО «Спайдер-маш», Россия	ИЧМ, Украина
Модель	ДН400	ЗУ650-120	БПВ400/200-100	ПБВ-19
Технические характеристики и стоимость				
Диаметры валков $D_v$ , мм	521	650	400	647
Ширина рабочей поверхности валков $L_v$ , мм	508	500	200	350
Максимальное усилие прессования $P_{max}$ , кН	1334	1200	1000	1200
Мощность привода $N_{pr}$ , кВт	75	45	45	55
Производительность $Q_{pr}$ , т/ч	18	15	10	24
Масса $m_{pr}$ , т	14,5	12,8	8,0	7,5

Стоимость $S_{pr}$ , тыс. у.е.	250	57	80	75
Показатели технологичности и эффективности				
Удельное усилие прессования $P_u$ , кН/см	26,3	24,0	50,0	34,3
Удельная энергоёмкость $E_u$ , кВт×ч/т	4,17	3,00	4,5	2,3
Удельная металлоёмкость $G_u$ , т/(т×ч)	0,81	0,85	0,8	0,31
Удельная стоимость $S_u$ , тыс.у.е./т	17,24	4,45	10,00	10,00

Удельная стоимость  $S_u$  прессового оборудования является субъективным показателем, но, тем не менее, в значительной степени определяет приоритетность выбора конкретной модели. К примеру, пресс ZY650-120 обладает наименьшим значением показателя удельной стоимости  $S_u$  среди анализируемых прессов – меньшую почти в 4 раза, чем ДН400 и примерно в 2 раза, чем БПВ400/200-100 и ПБВ-19. В этом как раз и проявляется субъективность данного показателя. Снижать цены на оборудование позволяют государственные программы КНР по поддержке производителей оборудования, работающих на экспорт, что является эффективным методом борьбы с конкуренцией на рынке промышленного оборудования, но не позволяет оценить эффективность технических решений.

Значения удельной стоимости  $S_u$  прессов БПВ400/200-100 и ПБВ-19 одинаковы, несмотря на разницу в энергоёмкости  $E_u$  (49%) и металлоёмкости  $G_u$  (60%). Это объясняется тем, что при близких значениях массы  $m_{pr}$  данных прессов, за счет разницы геометрических параметров валков и частоты их вращения пресс БПВ400/200-100 имеет в 2,4 раза меньшую производительность  $Q_{pr}$ , а отношение  $S_{pr}$  к  $Q_{pr}$  как раз и определяет величину удельной стоимости  $S_u$ . Поэтому при создании пресса усовершенствованной конструкции стоит обратить внимание на выбор рационального диапазона производительности с учетом калибровки прессующих поверхностей валков, массы и геометрических соотношений деталей и узлов, определяемых при проектировании несущих элементов и линии привода. Кроме того, при создании усовершенствованного пресса следует уделить особое внимание рациональному выбору комплектующих, материалов и методов изготовления деталей и узлов пресса, чтобы при стремлении к снижению удельной стоимости обеспечить высокую степень надежности и ресурс эксплуатации.

Проведенный сравнительный анализ показывает, что при разработке валкового пресса усовершенствованной конструкции следует

максимально использовать уже имеющиеся принципиальные конструктивные и технические решения, заложенные в ранее созданные в ИЧМ прессы [24]. Что позволит при достижении заданных значений силовых параметров и величины уплотнения брикетизируемого материала обеспечить меньшие в сравнении с ближайшими конкурентами значения энергоемкости, металлоемкости и стоимости.

Помимо анализа эффективности технических решений важной информацией, необходимой для создания прессы усовершенствованной конструкции, являются актуальные требования к данному типу оборудования. Так в настоящее время на рынке прессового оборудования для брикетирования мелкофракционных сырьевых материалов горнометаллургического комплекса чаще всего используются валковые прессы, позволяющие получать брикеты объемом от 10 до 50 см<sup>3</sup> из следующих групп материалов:

- топливные материалы, представленные углеродсодержащим сырьем (коксовая мелочь, технический углерод, торф, бурый и каменный угли);
- железосодержащие вторичные мелкофракционные материалы (отсевы агломерата и окатышей, аглодоменные и сталеплавильные шламы);
- мелкофракционное сырье для черной и цветной металлургии (марганецсодержащие материалы, ильменитовый и флюоритовый концентраты, карбид кремния);
- флюсующие добавки для металлургической промышленности (известь, флюоритовый и ильменитовый концентраты).

Насыпная плотность данных материалов и шихт на их основе лежит в диапазоне 0,3...2,1г/см<sup>3</sup>, а брикетирование осуществляется в диапазоне давлений прессования от 20 до 150 МПа.

Валковые прессы ИЧМ в полной мере позволяют обеспечить получение брикетов в области низких (до 50МПа) и средних (50...100МПа) давлений прессования, в области высоких давлений (100...150МПа) предельная величина, исходя из технических характеристик оборудования, ограничена пределом в 120МПа. Однако, расширение номенклатуры брикетизируемых материалов приводит к необходимости развивать в очаге деформации давления до 150...200МПа. Известно, что по величине удельного давления прессования валковые прессы условно можно разделить на три группы: низкого давления (20...50 МПа), среднего давления (50...150 МПа) и высокого давления (свыше 150 МПа). Таким образом, существует необходимость расширения диапазона силовых характеристик при создании новой конструкции валкового прессы.

Что касается производительности, то для прессов конструкции ИЧМ на сегодняшний день максимум составляет примерно до 35т/ч по материалам с высокой насыпной плотностью –  $\geq 1,8\text{г/см}^3$ , при этом в ряде

вариантов технологии существует необходимость увеличения производительности до 45...60т/ч.

В дополнение к изложенному ранее следует указать, что специалистами Института проведен комплекс работ [1, 17-28], который позволил сформулировать направления совершенствования валковых прессов конструкции ИЧМ, которые будут реализованы в процессе разработки прессы новой конструкции:

- повышение надежности и эффективности работы прессы за счет применения и совершенствования механических и гидравлических устройств для предохранения валков от перегрузок, разработки новых эффективных способов крепления бандажей и элементов привода, использование современных устройств контроля и управления для регулирования работы прессы и предохранения от перегрузок;
- расширение технологических возможностей прессы за счет применения технических решений, обеспечивающих увеличение производительности прессы, использования устройств для распределения и предварительного уплотнения брикетируемой шихты, что позволит вовлечь в переработку широкий спектр материалов – от малой насыпной плотности ( $0,3\text{г/см}^3$ ) до тяжелых ( $\geq 1,7\text{г/см}^3$ );
- оптимизация энергосиловых параметров брикетирования путем выбора рациональной схемы деформации и калибровки рабочих поверхностей валков прессы;
- увеличение ресурса эксплуатации быстроизнашиваемых элементов прессы путем разработки новых типов калибровки валков, рациональных режимов их эксплуатации на разных стадиях износа и приемов восстановления изношенных прессующих поверхностей;
- обеспечение условий получения брикетов с заданными характеристиками за счет выбора оптимальных параметров калибровки бандажей с учетом свойств брикетируемых материалов и требований к брикетам.

В соответствии с проведенным в работе анализом предварительно сформулированы технические характеристики, компоновочное решение и рекомендации к созданию усовершенствованной конструкции прессы. Заданные технические характеристики не являются окончательными и будут уточнены при разработке конструкции прессы:

- максимально допустимое усилие прессования 2500...3000кН;
- номинальное давление прессования – 150...200МПа;
- производительность – до  $\approx 50\text{т/ч}$ ;
- оснащение устройством для предварительного уплотнения шихты при брикетировании легковесных материалов – насыпная плотность  $\approx 0,3...0,5\text{г/см}^3$ ;
- оснащение устройствами для защиты валков от перегрузок.

Предлагается компоновочное решение пресса, схематично представленное на рис.1.

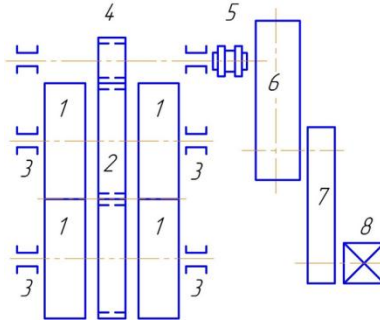


Рисунок 1. Схема компоновочного решения валкового пресса

1 – валки со сменными бандажами; 2 – синхронизирующая передача открытого типа; 3 – подшипниковые опоры валков; 4 – промежуточный вал синхронизирующей передачи; 5 – соединительная муфта; 6 – редуктор, 7 – клиноременная передача; 8 – электродвигатель

Использование в данной схеме спаренных рабочих валков на одном валу с синхронизирующей зубчатой передачей, расположенной между сменными профилированными бандажами, позволяет увеличить производительность пресса, не усложняя линию привода и принципиальную схему дозирования и подачи шихты в межвалковое пространство. Планируется сохранение принципиального технического решения исполнения пресса, которое, как и в более ранних моделях, предполагает бесстанинную конструкцию с наличием одного валка с жестким закреплением опорных подушек на раме и второго с закреплением подушек на раме с помощью специальных осей, дающих возможность отклонения валка при перегрузке. Это позволит при увеличении давления прессования (максимального  $P_{max}$  и удельного  $P_u$  усилия прессования).

Кроме того, предполагается оснащение пресса гидравлической системой предохранения пресса от перегрузок. Данная система будет разработана на базе подобного устройства, ранее созданного специалистами Института [24, 25]. При этом будет сохранена традиционная для валковых прессов конструкции ИЧМ установка демпферов предохранительного устройства на некотором расстоянии от линии центров валков (рис.2), где нагрузка на него существенно ниже реальной, возникающей по линии центров валков. Степень уменьшения нагрузки определяется расстоянием от линии центров валков.

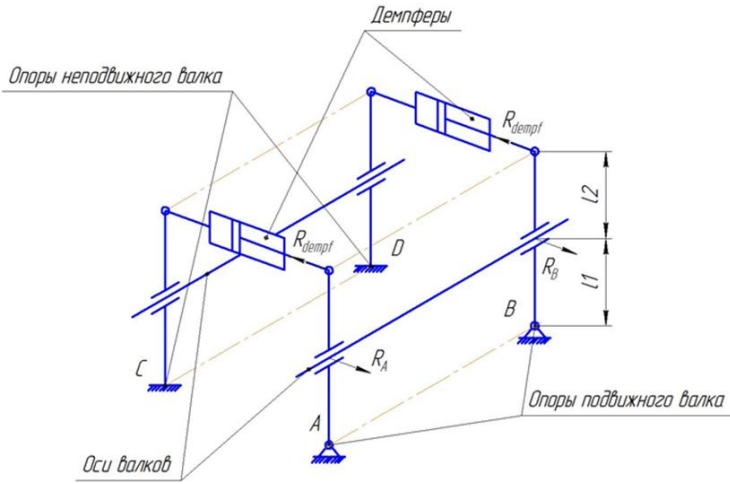


Рисунок 2. Схема расположения демпферов предохранительного устройства для защиты валкового пресса от перегрузок

Компоновочные решения валковых прессов конструкции ИЧМ построено по такому принципу, который как раз и позволяет разместить демпфера защитного устройства выше линии центров валков. Для этого один из валков пресса жестко закреплен в раме, а другой шарнирно, с возможностью отклонения от вертикальной оси при перегрузках. Это дает преимущество по сравнению с валковыми прессами других разработчиков, так как позволяет снизить металлоемкость и нагруженность устройства защиты валков от перегрузок.

**Выводы.** На базе обобщения результатов ранее проведенных анализа конструкций, опыта разработки и внедрения валковых прессов, оценки их производственной и технологической эффективности сформулированы рекомендации и требования к созданию усовершенствованного высокопроизводительного валкового пресса (до  $\approx 50$  т/ч) для брикетирования широкого спектра мелкофракционных сырьевых материалов. Сформулированы технические требования к конструкции, предложено принципиальное компоновочное решение пресса.

#### Библиографический список

1. Большаков В. И. Анализ современных машин для брикетирования мелкофракционных сырьевых материалов / В.И. Большаков, К.В. Баюл // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2013. – №4. – С. 92–96.
2. Custom briquetting & compacting system. <http://komarek.com/>
3. <http://hosokawa.ru/bepex/equipment/>
4. ВЕРЕХ - Валковые прессы серии L. <http://www.composyst.ru/bepex/?pg=P01>  
*«Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии»,  
 Сборник научных трудов ИЧМ. – 2018. - Вып.32*



5. ВЕРЕХ - Валковые прессы серии К. <http://www.composyst.ru/bepex/?pg=P02>
6. ВЕРЕХ - Валковые прессы серии MS. <http://www.composyst.ru/bepex/?pg=P03>
7. <http://www.bepex.com>
8. Köppern Roller Presses. <http://www.koepfern-international.com/products/roller-presses/>
9. <http://www.sahutconreur.com/documentations.html>
10. <http://spidermash.ru/press/>
11. Briquetting press. <http://www.bestbriquettepress.com/briquetting-press/>
12. <http://www.zymining.com/>
13. <http://www.briquettepress.com/>
14. ROLL-PRESS BRIQUETTING: COMPACTING FINES TO REDUCE WASTE HANDLING COSTS by Thomas P. Barnett (Powder and Bulk, Volume 24, Number 10, October 2010).
15. Эйдельман Л.П. Состояние брикетирования в металлургии СССР. // Черная металлургия. Бюл. Института "Черметинформация". – 1981. – № 18. – С.8–12.
16. Эйдельман Л. П. Состояние брикетирования шихтовых материалов в зарубежной черной металлургии // Черная металлургия. Бюл. Научно-технической информации. – 1982. – Вып. 1. – С.28–37.
17. Маймур Б. Н., Петренко В. И., Муравьева И. Г., Ващенко С. В. Методология выбора методов и средств повышения эффективности работы валковых прессов // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии. Сб. научн. трудов ИЧМ НАН Украины. Вып. 21. – К.: Наукова думка. – 2010. – С. 322 – 330.
18. Маймур Б. Н. Брикетирование Металлургического сырья. Актуальность и пути развития метода / [Б. Н. Маймур, А. Ю. Худяков, В. И. Петренко, С. В. Ващенко, К. В. Баюл] // Бюл. научно-технической и экономической информации. Черная металлургия. – Вып. 1. – 2016. – С. 74-81.
19. Ващенко С. В. Исследование условий и механизмов формирования прочностных связей в прессовках при брикетировании мелкофракционных шихтовых материалов / С. В. Ващенко, Б. Н. Маймур, В. И. Петренко, К. В. Баюл, А. Ю.Худяков, Н. А. Солодка, Э. Б. Прокудина // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии. Сб. научн. трудов ИЧМ НАН Украины. Вып. 30. – К.: Наукова думка. – 2015. – С. 347 – 362.
20. Худяков А. Ю. Теоретические основы методики расчета и составления шихт с минимальной порозностью / Худяков А. Ю., Ващенко С. В., Бойко М. Н., Баюл К. В., Семенов Ю. С. // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2018. – № 7. – С. 23–32.
21. Ващенко С. В. Разработка научно-методического подхода к выбору состава бригетируемой шихты и ее свойств / Ващенко С. В., Худяков А. Ю., Баюл К. В., Семенов Ю. С. // Сталь. – 2018. – № 8. С. 2–6.
22. Худяков А. Ю. Брикетирование каолинового сырья для производства кускового шамота / Худяков А. Ю., Ващенко С. В., Баюл К. В., Семенов Ю. С. // Новые огнеупоры. - 2018. - № 8. - С. 14–20.
23. Гребеник В. М. Повышение надежности металлургического оборудования. Справочник / В. М. Гребеник, А. В. Гордиенко, В. К. Цапко // М.: Металлургия, - 1988, – с.688.

24. Маймур Б. Н. Совершенствование конструкции и улучшение эксплуатационных характеристик валковых брикетных прессов // Б. Н. Маймур, В. И. Петренко, А. Т. Лебедь / Бюл. научно-технической и экономической информации «Черная металлургия» – №12. – 2011. – С. 67-71.
25. Баюл К. В. Состояние разработок и направления совершенствования конструкции и параметров эксплуатации валковых прессов / [К. В. Баюл, А. Т. Лебедь, С. В. Ващенко, А. Ю. Худяков] // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2015. - №7. – С.117-120.
26. Баюл К. В. Метод оценки износа бандажей валковых прессов на различных стадиях их эксплуатации / К. В. Баюл, В. И. Петренко // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: Сб. научн. тр. — Дніпропетровськ.: ІЧМ НАН України. Вип.26. – С. 270 – 281. – Библиогр.: 8 назв. – рос.
27. Баюл К. В. Разработка метода оценки влияния конфигурации формирующих элементов валковых прессов на упругое последствие в брикетах / [К.В. Баюл, А.Ю. Худяков, С.В. Ващенко, Н.А. Солодка] / Системні технології. Регіональний міжвузівський збірник наукових праць. – Випуск 3 (110). – Дніпро, 2017. – С.3-9.
28. Баюл К. В. Разработка критериев выбора рациональной калибровки бандажей валковых прессов / [К. В. Баюл, А. Ю. Худяков, С. В. Ващенко, Н. А. Солодка] // Компьютерное моделирование: анализ, управление, оптимизация. Сборник научных трудов. – №1. – Днепр, 2017. – С.4-8. <http://kmauo.org/wp-content/uploads/2017/09/Baiul.pdf>

## Reference

1. *Bol'shakov V.I. Analiz sovremennykh mashin dlya briketirovaniya melkofraktsionnykh syr'yevykh materialov / V.I. Bol'shakov, K.V. Bayul // Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost'. – 2013. – №4. – S. 92–96.*
2. *Custom briquetting & compacting system.* <http://komarek.com/>
3. <http://hosokawa.ru/bepex/equipment/>
4. *BEPEX - Valkovyye pressy serii L.* <http://www.composyst.ru/bepex/?pg=P01>
5. *BEPEX - Valkovyye pressy serii K.* <http://www.composyst.ru/bepex/?pg=P02>
6. *BEPEX - Valkovyye pressy serii MS.* <http://www.composyst.ru/bepex/?pg=P03>
7. <http://www.bepex.com>
8. *Köppern Roller Presses.* <http://www.koepfern-international.com/products/roller-presses/>
9. <http://www.sahutconreur.com/documentations.html>
10. <http://spidermash.ru/press/>
11. *Briquetting press.* <http://www.bestbriquettepress.com/briquetting-press/>
12. <http://www.zymining.com/>
13. <http://www.briquettepress.com/>
14. *ROLL-PRESS BRIQUETTING: COMPACTING FINES TO REDUCE WASTE HANDLING COSTS* by Thomas P. Barnett (Powder and Bulk, Volume 24, Number 10, October 2010).
15. *Eydel'man L.P. Sostoyaniye briketirovaniya v metallurgii SSSR. // Chernaya metallurgiya. Byul. Instituta "Chermetinformatsiya". – 1981. – № 18. – S.8–12.*

16. Eydel'man L.P. Sostoyaniye briketirovaniya shikhtovykh materialov v zarubezhnoy chernoy metallurgii // Chernaya metallurgiya. Byul. Nauchno-tehnicheskoy informatsii. – 1982. – Vyp. 1. – S.28–37.
17. Metodologiya vybora metodov i sredstv povysheniya effektivnosti raboty valkovykh pressov // Fundamental'nyye i prikladnyye problemy chernoy metallurgii. / B.N. Maymur, V.I. Petrenko, I.G. Murav'yeva, S.V. Vashchenko // Sb. nauchn. trudov ICHM NAN Ukrainy. Vyp. 21. – K.: Naukova dumka. – 2010. – S. 322 – 330.
18. Maymur B.N. Briketirovaniye Metallurgicheskogo syr'ya. Aktual'nost' i puti razvitiya metoda / [B.N. Maymur, A.YU. Khudyakov, V.I. Petrenko, S.V. Vashchenko, K.V. Bayul] // Byul. nauchno-tehnicheskoy i ekonomicheskoy informatsii. Chernaya metallurgiya. – Vyp. 1. – 2016. – S. 74-81.
19. Vashchenko S.V. Issledovaniye usloviy i mekhanizmov formirovaniya prochnostnykh svyazey v pressovkakh pri briketirovanii melkofraktsionnykh shikhtovykh materialov / S.V. Vashchenko, B.N. Maymur, V.I. Petrenko, K.V. Bayul, A. YU.Khudyakov, N.A. Solodkaya, E.B. Prokudina // Fundamental'nyye i prikladnyye problemy chernoy metallurgii. Sb. nauchn. trudov ICHM NAN Ukrainy. Vyp. 30. – K.: Naukova dumka. – 2015. – S. 347 – 362.
20. Khudyakov A. YU. Teoreticheskiye osnovy metodiki rascheta i sostavleniya shikht s minimal'noy poroznost'yu / A. YU. Khudyakov, S.V. Vashchenko, M.N. Boyko, K.V. Bayul, YU. S. Semenov. // Chernaya metallurgiya. Byulleten' nauchno-tehnicheskoy i ekonomicheskoy informatsii. – 2018. – № 7. – S. 23–32. 21. Vashchenko S. V. Razrabotka nauchno-metodicheskogo podkhoda k vyboru sostava briketiruyemoy shikhty i yeye svoystv / Vashchenko S. V., Khudyakov A. YU., Bayul K. V., Semenov YU. S. // Stal'. – 2018. – № 8. S. 2– 6.
21. Khudyakov A. YU. Briketirovaniye kaolinovogo syr'ya dlya proizvodstva kuskovogo shamota / A. YU. Khudyakov, S.V. Vashchenko, K. V. Bayul, YU. S. Semenov. // Novyye ogneupory. - 2018. - № 8. - S. 14– 20.
22. Grebenik V.M. Povysheniye nadezhnosti metallurgicheskogo oborudovaniya. Sprvochnik / V. M. Grebenik, A. V. Gordiyenko, V. K. Tsapko // M.: Metallurgiya, - 1988, – s.688.
23. Maymur B.N. Sovershenstvovaniye konstruksii i uluchsheniye ekspluatatsionnykh kharakteristik valkovykh briketnykh pressov // B.N. Maymur, V.I. Petrenko, A.T. Lebed' / Byul. nauchno-tehnicheskoy i ekonomicheskoy informatsii «Chernaya metallurgiya» – №12. – 2011. – S. 67-71.
24. Bayul K.V. Sostoyaniye razrabotok i napravleniya sovershenstvovaniya konstruksii i parametrov ekspluatatsii valkovykh pressov / [K.V. Bayul, A.T. Lebed', S.V. Vashchenko, A. YU. Khudyakov] // Metallurgicheskaya i gornorudnaya promyshlennost'. – 2015. - №7. – S.117-120.
25. Bayul K.V. Metod otsenki iznosa bandazhey valkovykh pressov na razlichnykh stadiyakh ikh ekspluatatsii / K.V. Bayul, V.I. Petrenko // Fundamental'nyye i prikladnyye problemy chernoy metallurgii: Sb. nauchn. tr. — Dnipropetrov'sk.: ICHM NAN Ukraini. Vip. 26. – S. 270 – 281. – Bibliogr.: 8 nazv. – ros.
26. Bayul K.V. Razrabotka metoda otsenki vliyaniya konfiguratsii formuyushchikh elementov valkovykh pressov na uprugoye posledeystviye v briketakh / [K.V. Bayul, A. YU. Khudyakov, S.V. Vashchenko, N.A. Solodkaya] / Sistemniy tekhnologii. Regional'niy mezhvuziv'skiy zbirnik naukovikh prats'. – Vipusk 3 (110). – Dnipro, 2017. – S.3-9.

27. Bayul K.V. Razrabotka kriteriyev vybora ratsional'noy kalibrovki bandazhey valkovykh pressov / [K.V. Bayul, A. YU. Khudyakov, S.V. Vashchenko, N.A. Solodkaya] // Komp'yuternoye modelirovaniye: analiz, upravleniye, optimizatsiya. Sbornik nauchnykh trudov. – №1. – Dnepr, 2017. – S.4-8. <http://kmauo.org/wp-content/uploads/2017/09/Baiul.pdf>

***K. V. Baiul, S. V. Vashchenko, O. Yu. Khudyakov, H. O. Solodka, E. B. Prokudina***  
**Формування рекомендацій з розробки високопродуктивного валкового преса вдосконаленої конструкції**

Метою роботи є розробка технічних рішень, спрямованих на створення високопродуктивного валкового брикетного преса. Узагальнено результати раніше проведених досліджень і досвід створення валкових пресів різних конструкцій, оцінки їх виробничої і технологічної ефективності. Встановлено, що в основу розробки вдосконаленої конструкції преса повинні бути покладені принципи, що забезпечують її простоту, зниження металоємності, габаритів, зручність в експлуатації, а також можливість забезпечення необхідних фізико-механічних властивостями і якості брикетів. Показано, що ці принципи можуть бути реалізовані в процесі модернізації створених раніше в Інституті чорної металургії валкових пресів. Модернізація валкового преса може бути реалізована шляхом використання механічних і гідравлічних пристроїв для запобігання валків від перевантажень, розробки нових ефективних способів кріплення бандажів і елементів приводу, використання сучасних пристроїв контролю і управління для регулювання роботи преса. Розширення технологічних можливостей преса забезпечується шляхом використання пристроїв для розподілу і попереднього ущільнення брикетіруемой шихти. Вибір раціональної схеми деформації і калібрування робочих поверхонь валків преса забезпечує оптимізацію енергосилових параметрів брикетування. У роботі сформульовані рекомендації та вимоги до створення вдосконаленого високопродуктивного валкового преса для брикетування широкого спектра дрібнофракційних сировинних матеріалів. Запропоновано принципове рішення компоновання преса.

**Ключові слова:** валковий прес, конструкції, принципи модернізації, брикетування, оптимізація, якість

***K. V. Baiul, S. V. Vashchenko, A. Yu. Khudyakov, N. A. Solodkaya, E. B. Prokudina***

**Forming recommendations for the development of a high-productivity rolling press advanced construction**

The aim of the work is to develop technical solutions aimed at creating a high-performance roller briquette press. The results of previous studies and the experience of creating roller presses of various designs, evaluating their production and technological efficiency are summarized. It was established that the basis for the development of an improved press design should be based on principles that ensure its simplicity, decrease in metal consumption, size, ease of operation, as well as the ability to provide the required physical and mechanical properties and quality of briquettes. It is shown that these principles can be implemented in the process of modernization of roller presses created earlier at the Institute of Ferrous Metallurgy. The roll press can be modernized

by using mechanical and hydraulic devices to protect the rolls from overloading, developing new effective ways of attaching bandages and drive elements, using modern monitoring and control devices to regulate the operation of the press. Expansion of technological capabilities of the press is provided by using devices for distribution and pre-compaction of the briquetted charge. The choice of a rational scheme of deformation and calibration of the working surfaces of the press rolls ensures the optimization of the energy and power parameters of briquetting. The paper formulates recommendations and requirements for the creation of an improved high-performance roller press for briquetting a wide range of small fractional raw materials. Proposed a fundamental solution to the layout of the press.

**Key words: roll press, constructions, modernization principles, briquetting, optimization, quality**

*Статья поступила в редакцию сборника 24.10.2018 года,  
прошла внутреннее и внешнее рецензирование (Протокол заседания  
редакционной коллегии сборника №1 от 26 декабря 2018 года)  
Рецензенты: д.т.н., проф. Д.Г.Зеленцов, д.т.н. И.Г.Муравьева*