

УДК 621.926.3/8

к.т.н. Ульяницкий В. Н.,
Петров П. А.,
к.э.н. Ульяницкая О. В.,
Коробов Р. Ю.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВАЛКОВЫХ МЕЛЬНИЦ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА

В статье рассмотрены вопросы сравнительного анализа конструктивных особенностей и опыта эксплуатации измельчительных устройств для приготовления пылеугольного топлива в металлургическом производстве.

Ключевые слова: мельница, тарель, размольный валок, размольный стол, бандаж, износ.

В энергетике и других отраслях для измельчения размола топлива применяют четыре типа мельниц: мельничные вентиляторы, среднеходовые валковые, быстроходные молотковые и шаровые барабанные мельницы [1].

Из всех показателей, характеризующих пылеугольное топливо (ПУТ), наиболее важным является тонина помола (измель-

чения). Она оказывает существенное влияние на распространение энергии струи и скорость горения ПУТ при выходе из фурмы доменной печи [2]. В конструкции каждой из перечисленных мельниц, использован один из основных (а иногда и более) методов механического измельчения (см. рис. 1) материала.

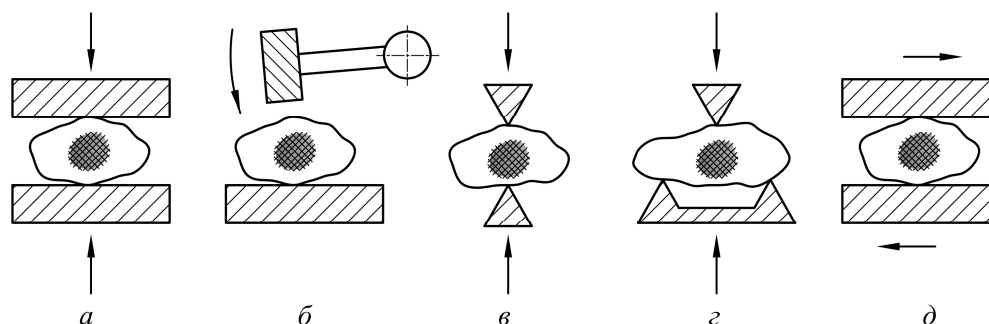


Рисунок 1 Схема основных методов механического измельчения: а — раздавливанием; б — ударом; в — раскалыванием; г — изломом; д — истиранием

Для приготовления пылеугольного топлива в металлургической отрасли используют три основных типа измельчительных устройств: шаровые, молотковые и валковые мельницы. Последние составляют практически 75 % от общего количества (рис. 2) применяемых мельничных установок в системах производства пылеугольного топлива.

Из рисунка 2 следует, что молотковые и шаровые барабанные мельницы находят значительно меньшее, соответственно 18 % и 7 %, применение в системах пригото-

вления ПУТ. Объяснение этому находим в тонине (крупности) помола. На молотковых дробилках измельчение осуществляется раскалыванием материала за счёт энергии удара частиц вращающимся молотком. Ситовый анализ показывает, что в продукте измельчения до 20–25 % наличествуют крупные куски при одновременном содержании мелких фракций 0–5 мм 14,8 %, отрицательно сказывающемся на интенсивности доменной плавки.

Современным измельчителям ударного действия присущи недостатки: высокий износ рабочих элементов и повышенные ударные затраты энергии на единицу готового продукта. В металлургии молотковые дробилки применяются в основном для измельчения известняка, который значительно тверже углей [3].

Уступают валковым измельчителям и шаровые барабанные мельницы по основным технико-экономическим показателям (рис. 3). Валковые мельницы экономичнее шаровых барабанных по удельному расходу электроэнергии на 34 %, установленной

мощности — на 51 % и по капиталовложениям — в среднем на 15 %. Этим обусловлено то, что для измельчения углей под ПУТ в мировой практике применяют валковые мельницы нескольких конструктивных конфигураций и типоразмеров.

По количеству мелющих валков дробилки делят на одно-, двух- и многовалковые (трех-, и четырехвалковые). Для крупного и среднего помола используют дробилки с рифленой рабочей поверхностью валков. В мельницах для приготовления ПУТ рабочая поверхность валков гладкая.

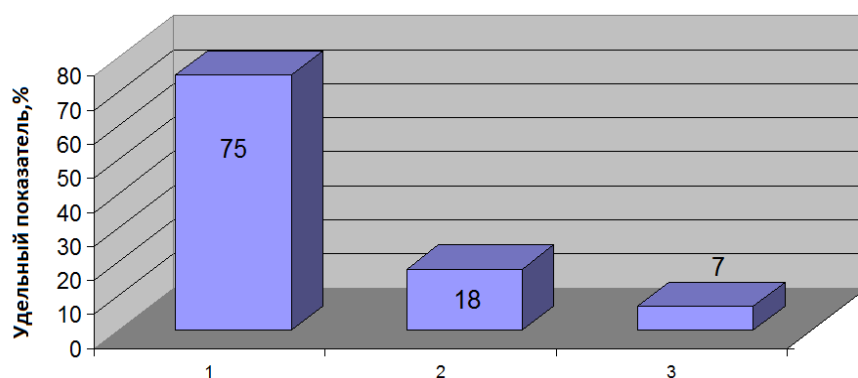


Рисунок 2 Удельный вес типов мельниц, используемых для приготовления ПУТ: 1 — валковые; 2 — молотковые; 3 — шаровые барабанные

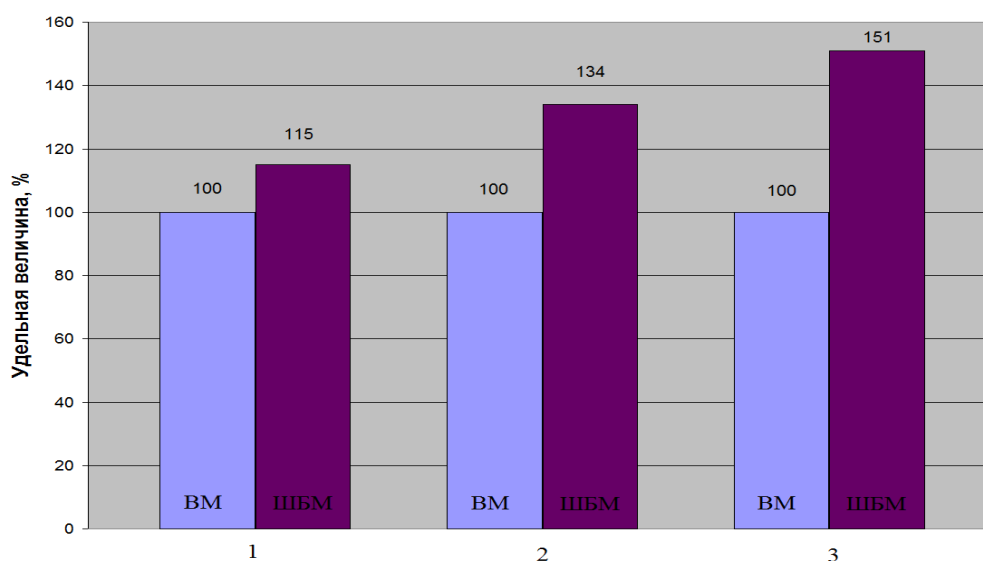


Рисунок 3 Гистограмма для сравнения показателей установок приготовления пылеугольного топлива: VM — валковые мельницы; ШБМ — шаровые барабанные мельницы; 1 — капитальные вложения; 2 — удельный расход электроэнергии; 3 — установленная мощность

Мельницы валковые среднеходовые предназначены для размола до пылевидного состояния каменных углей, полуантрацитов, тощих углей и некоторых отходов обогащения, устанавливаются на тепловых электростанциях и рассчитаны на непрерывную работу системы пылеприготовления котельных установок [4].

Процесс измельчения углей для приготовления ПУТ осуществляется путем раздавливания частицы (рис. 1 а) и частичного истирания (рис. 1 д) между приводной тарелью и холостыми валками мельницы.

В Российской Федерации изготавливают размерный ряд для мельниц типа МВС (мельница валковая среднеходовая) по стандарту ГОСТ Р 55853–13, который начинается с наименьшей МВС–90 и заканчивается наибольшей МВС–340 мельницей. Число после аббревиатуры обозначает расчётный диаметр размольного стола в сантиметрах [5].

Измельчение осуществляется в основном раздавливанием частиц угля под действием собственной массы Q узла вала (рис. 4) и усилия прижатия N вала к вращающейся тарели (столу).

Таким образом, общая сила P , действующая со стороны вала на измельчаемый материал, определяется:

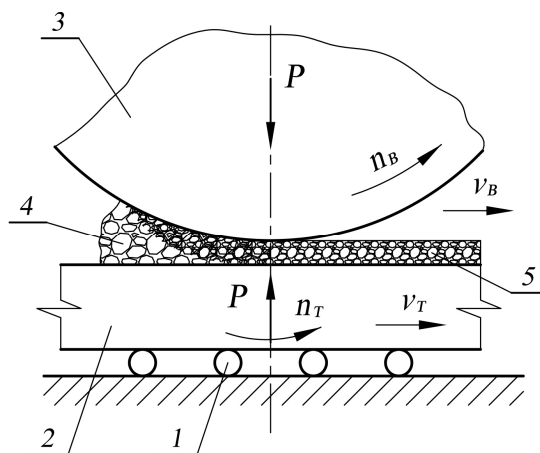
$$P = Q + N.$$

Усилие N образуется специальной регулируемой гидropневмосистемой с целью корректировки величины N в зависимости от свойств измельчаемой среды и степени износа рабочей поверхности вала и сегментов стола (тарели).

В доменных цехах системы приготовления ПУТ оборудованы среднеходовыми трехвалковыми мельницами с конусообразными (рис. 5 а) или торовидными (рис. 5 б) мелющими валками. Существенна разница между ними не только в геометрической форме, но и в способе прижатия их к столу (тарели) мельницы.

В мельницах по рисунку 5а гидроцилиндр 1 совместно с рычажной системой 2

образуют механизм двойного функционального назначения: прижатие вала 3 к размольному столу 4 в процессе измельчения и вывода узла вала наружу из корпуса мельницы с целью контроля износа, ремонта или замены.



1 — опора вращающейся тарели (стола);
2 — тарель; 3 — рабочий (мелющий) орган (валок);
4 — поступление дробимого материала;
5 — продукт измельчения; P — усилие прижатия вала к тарели; n_t, n_b — частота вращения тарели и вала; v_t, v_b — линейная скорость вращения тарели и вала

Рисунок 4 Упрощённая схема измельчения материала валковой мельницей

В мельнице по рисунку 5б прижимное устройство в виде гидроцилиндра и тяг действует на узел вала сверху. Замена узла вала выполняется с помощью подъемного механизма через открываемый проём в корпусе мельницы.

Металлургические предприятия Донбасса (ПАО «Алчевский металлургический комбинат» и ПАО «Енакиевский металлургический завод») для систем приготовления ПУТ приобрели валково-тарельчатые трехвалковые мельницы МВС вертикального типа немецкой фирмы «Pfeiffer» (г. Kaiserslautern).

Эти мельницы характеризуются еще некоторыми положительными качествами, например, малой занимаемой площадью, низким шумом, хорошей регулируемостью и небольшой инерционностью.

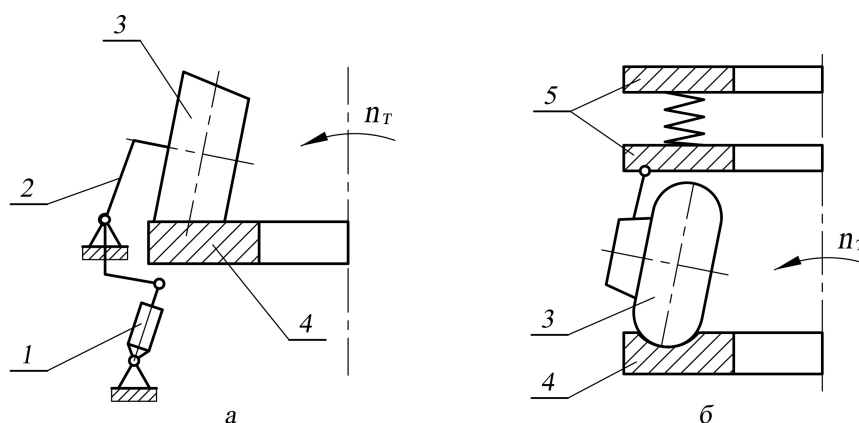


Рисунок 5 Принципиальная схема конусной (а) и тороидной (б) измельчительных мельниц:
1 — гидроцилиндр; 2 — рычажная система; 3 — размольный валок; 4 — размольный стол;
5 — элементы прижима размольного валка к столу

Отличительной чертой валковых мельниц MBS служат три стационарных мелющих валка, вращающихся по медленно движущейся помольной плите (рис. 6).

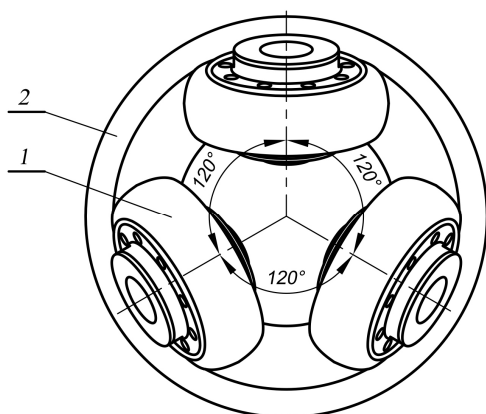


Рисунок 6 Конструктивная схема расположения мельничных валков на тарели (вид в плане): 1 — размольный валок; 2 — размольная плита (стол)

Мелющие валки, расположенные в плане под углом 120° , вместе с общей прижимной рамой и тремя тягами, образуют статически определимую систему, которая обуславливает равномерное распределение нагрузки на размольной плите.

Необходимая для измельчения материала сила вырабатывается путем нажатия мелющих валков на поверхность плиты. Сила создается гидропневматической системой натяжения тяг и при необходимо-

сти может изменяться в процессе измельчения. Для классификации размолотого материала используется воздушный лопастный сепаратор типа SLS 2560 ВК [6].

Путем изменения скорости вращения колеса сепаратора изменяют конечную тонину помола продукта. При повышенной скорости вращения колеса сепаратора происходит отделение материала с меньшей конечной тониной помола, при пониженной — с большей.

В процессе эксплуатации валково-тарельчатых мельниц поверхности, соприкасающиеся с измельчаемым материалом, изнашиваются. Поэтому они обеспечиваются защитной футеровкой различными износостойкими материалами. Наиболее изнашиваемыми являются рабочие поверхности размольных инструментов — бандажей валков и сегментов плиты (стола). Бандажи и сегменты выполняют способом литья из легированного износостойкого чугуна 300Cr15Mo3, химический состав которого представлен в таблице 1.

Однако механическое изнашивание рабочих поверхностей (см. рис. 5 б) размольных элементов протекает неодинаково по контуру бандажа валка и сегмента стола. В 2009 г. в доменном цехе ПАО «АМК» была введена в эксплуатацию тарельчато-валковая мельница MPS 3070 ВК.

Таблица 1

Химический состав материала мелющих элементов бандажей валков и сегментов тарели

Наименование химического элемента	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	S	P
Содержание, %	2,62	0,89	0,25	15,6	2,41	0,65	0,057	0,017	0,011

После начала эксплуатации системы подготовки ПУТ мельницей MPS 3070 ВК на штатных (новых) мелющих элементах было размолото 190 тыс. т углей, в составе которых преобладал антрацит. На этом отрезке времени (4387 часов), до замены мелющих элементов, проводились замеры

величины износа в контрольных точках маркировочных линий по контуру рабочей поверхности сегмента и бандажа.

Схема измерений и износа рабочих поверхностей мелющих элементов представлена на рисунках 7 и 8, результаты сведены в таблицу 2.

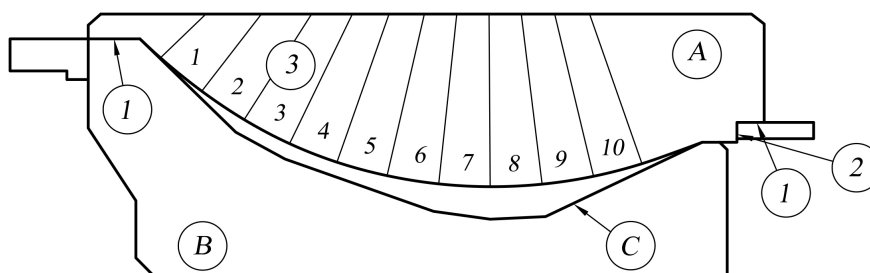


Рисунок 7 Схема измерения износа сегмента размольного стола мельницы: А — шаблон; В — размольный сегмент; С — граница износа рабочей поверхности сегмента; 1 — контрольные поверхности (базы) шаблона и сегмента; 2 — упорная (фиксирующая) поверхность; 3 — маркировочные линии, в направлении которых измеряют величину износа

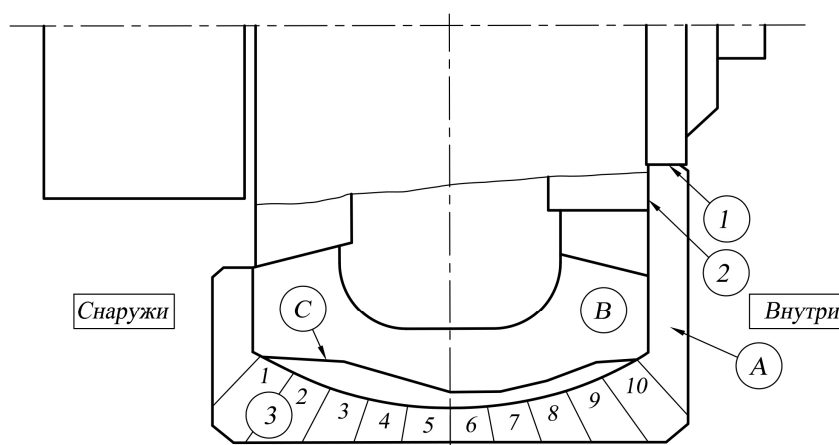


Рисунок 8 Схема измерения износа рабочей поверхности бандажа валка мельницы: А — шаблон для бандажа; В — бандаж мелющего валка; С — линия фронта износа бандажа; 1, 2 — базовые поверхности; 3 — маркировочные линии, в направлении которых измеряется величина износа; “внутри” — сторона бандажа валка относительно вертикальной оси мельницы

Таблица 2

Показатели измерения износа (мм) в контрольных точках бандажа и сегмента

Номер замера	От начала эксплуатации		Точки контроля (измерения)									
	прошло времени, часов	измельчено углей, т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Бандажи валков												
1	1600	72000	0	3	6	13	15	12	7	3	0	–
2	3133	157950	11	17	23	26	26	23	18	15	10	–
3	4387	196000	11	17	23	27	30	27	18	15	10	–
Сегменты тарели												
1	1600	72000	0	3	7	12	15	12	7	4	0	0
2	3133	157950	9	13	16	22	25	32	26	20	13	5
3	4387	196000	9	13	24	31	38	42	45	42	35	21

Выводы.

Анализ измерений, осмотр и определение технического состояния трех бандажей и 13 сегментов показали следующее. Износ сегментов тарели равномерный без сколов и отслоений. Максимальный износ наблюдается в точках 5, 6, 7, 8 (см. табл. 2).

Износ бандажей валков неравномерный. Наибольший износ имеет место в зоне от оси, проходящей по максимальному диаметру, до внешней стороны вала в точках 3, 4, 5, 6, 7 (см. табл. 2).

Наименьший износ наблюдается по краям бандажей и сегментов.

Также выяснилось, что на внутренней стороне боковой грани бандажа имеются свежие сколы размером 30x40 мм, образовавшиеся в результате контакта бандажа и сегментов в момент отсутствия измельчаемого материала между ними, что не допускается документами по эксплуатации подобных установок.

Изношенные поверхности мелющих элементов подвергают восстановлению наплавкой износостойким композитным материалом, чем обеспечивается производительность мельницы в среднем 400 тыс. т до следующей реставрации.

Библиографический список

1. Делягин, Г. Н. Теплогенерирующие установки [Текст] : учебник для вузов / Г. Н. Делягин, В. И. Лебедев, Б. А. Пермяков. — М. : Стройиздат, 1968. — 599 с.
2. Новохатский, А. М. Проблемы замены кокса альтернативными видами топлива и пути их решения [Текст] : монография / А. М. Новохатский, А. В. Карпов. — Алчевск : ДонГТУ, 2013. — 182 с.
3. Власенко, Д. А. Энергозатраты ударных дробилок с жестким и шарнирным креплением бил к ротору [Текст] / Д. А. Власенко, О. И. Павлиненко, Э. П. Левченко // Вестник ДонГТУ. — 2016. — № 3(3). — С. 21–26.
4. Клушанцев, Б. В. Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации [Текст] / Б. В. Клушанцев, А. И. Косарев, Ю. А. Муйземнек. — М. : Машиностроение, 1990. — 320 с: ил.

5. Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 55853–2013. Мельницы валковые среднеходные. Типы, основные параметры, технические требования.

6. Волковинский, В. А. Мельницы-вентиляторы [Текст] / В. А. Волковинский, К. Ф. Роддатис, А. А. Харламов; под общ. ред. проф. К. Ф. Роддатиса. — М. : Энергия, 1971 — 288 с.

© Ульяницкий В. Н.

© Петров П. А.

© Ульяницкая О. В.

© Коробов Р. Ю.

Рекомендована к печати д.т.н., проф., зав. каф. МЧМ ДонГТУ Новохатским А. М., д.т.н., проф., зав. каф. МОЗЧМ ДонНТУ Еронец С. П.

Статья поступила в редакцию 10.10.17.

к.т.н. Ульяницкий В. Н., Петров П. О., к.е.н. Ульяницкая О. В., Коробов Р. Ю. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ВАЛКОВИХ МЛІНІВ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ПИЛОВУГІЛЬНОГО ПАЛИВА

У статті розглянуто питання порівняльного аналізу конструктивних особливостей і досвіду експлуатації подрібнювальних пристроїв для підготування пиловугільного палива в металургійному виробництві.

Ключові слова: млин, таріль, розмельний валок, розмельний стіл, бандаж, знос.

PhD Uliianitskii V. N., Petrov P. A., PhD Uliianitskaya O. V., Korobov P. Yu. (DonSTU, Alchevsk, LPR)
OPERATION FEATURES OF THE ROLLER MILLS FOR DUST COAL PREPARATION

The paper addresses the comparative analysis issues of design features and operation experience of the reducers for dust coal preparation in metal production.

Key words: mill, poppet valve head, grinding roll, grinding table, sleeve, wear.