

УДК 621.771.65

Кулак В. Ю., Биллер В. В.,  
Василенко М. А., Боханов Д. А.,  
Савин А. В., Синенко В. В.  
ГП «УкрНТЦ «Энергосталь»

## Строительство шаропрокатного стана на ПАО «Донецкий металлопрокатный завод»

Описаны цель и основные предпосылки строительства шаропрокатного стана на ПАО «Донецкий металлопрокатный завод». Приведены состав и план расположения оборудования стана, краткое описание технологического процесса, схема процесса термообработки, сортамент производимой продукции. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр.: 3 назв.

**Ключевые слова:** строительство, шаропрокатный стан, помольные шары, поперечно-винтовая прокатка, термообработка

*The purpose and main prerequisites for construction of ball-rolling mill at OJSC «Donetsk metal rolling plant» are described. Composition and arrangement plan of mill equipment, summary description of process, scheme of heat treatment process, range of output products are given.*

**Keywords:** construction, ball-rolling mill, grinding balls, helical rolling, heat treatment

Практически во всех странах мира металлургическая промышленность является одной из самых материало- и энергоемких отраслей производства. Требования к эффективности энергосберегающих технологий и качеству исходных материалов с каждым годом непрерывно повышаются [1]. Если в конце прошлого века железная руда – основное сырье для получения чугуна и стали с содержанием железа 46 % – считалась товарной, то сейчас этот показатель увеличился до 53 % и более. С ростом цен на природный газ все больше возрастает потребление пылеугольной смеси во многих отраслях промышленности. Поэтому для надлежащего обеспечения и повышения энергоэффективности металлургической промышленности требуется увеличение производства железной руды и пылеугольного топлива [2]. Наиболее трудоемкой операцией данных процессов является измельчение, которое осуществляется мелющими телами, работающими в условиях интенсивного изнашивания.

Помольные шары (ПШ) применяются при добыче и помолу полиметаллических руд, угля, при производстве цемента, сухих смесей, силикатного кирпича и даже продуктов питания. Для осуществления процесса помола применяются различные мельничные устройства, в которых используются принципы удара, раскалывания, раздавливания, истирания. В мельницах кратность измельчения, т. е. отношение размеров куска до измельчения и после, доходит до 200-500 [3]. Расходы предприятия на приобретение ПШ составляют, по разным оценкам, от 15 до 35 % от общих технологических затрат соответствующих производств. В связи с этим повышение долговечности ПШ на протяжении последних десятилетий не теряет своей актуальности. Повышение долговечности применительно к стальным шарам выражается в увеличении твердости, интервал значений которой представлен в ГОСТ 7524-89 четырьмя, а в ДСТУ 3499-97 – пятью группами.

С учетом мировых тенденций, направленных на повышение твердости ПШ, специалистами ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» была разработана проектная и рабочая документация по установке шаропрокатного стана 30-80 на ПАО «Донецкий металлопрокатный завод» (ДМПЗ) для изготовления стальных помольных шаров до 4 категории твердости согласно ДСТУ 3499-97.



Шаропрокатный стан ДМПЗ. Общий вид

Годовое производство готового проката с условным диаметром от 30 до 80 мм способом горячей прокатки в винтовых калибрах – 50 тыс. т. Годовой фонд рабочего времени – 7600 ч. Производительность стана будет лимитирована производительностью нагревательной печи, которая составляет 9 т/ч для заготовки диаметром 80 мм и длиной 6000 мм.

Для снабжения шаропрокатного стана исходной круглой заготовкой планируется обеспечить его прокаткой на существующем стане 500/370, в сортамент которого входит весь диапазон требуемых диаметров. При этом требуется расширение марочного сортамента используемых сталей в сторону прокатки высокоуглеродистых марок сталей, необходимых для получения шаров требуемого качества.

Целью строительства шаропрокатного стана является расширение сортамента выпускаемого заводом товарного проката. Для осуществления этого на площадях среднесортного стана 500/370

устанавливается и вводится в эксплуатацию следующее оборудование: загрузочный стол, подводный рольганг нагревательной печи, нагревательная печь, отводящий рольганг нагревательной печи, аварийный накопительный стол, устройство подачи заготовок, вращающаяся проводка, шаропрокатная клеть, транспортер ковшевой, закалочный транспортер,

передаточный желоб и контейнеры для приема шаров, а также дополнительно создаются объекты инфраструктуры для обеспечения работы стана.

Техническая характеристика шаропрокатного стана представлена в табл. 1.

Таблица 1. Техническая характеристика шаропрокатного стана

Наименование параметра, размерность	Величина
Условный диаметр прокатываемых шаров, мм	30-80
Диаметр прокатываемых заготовок, мм	30; 40; 50; 60; 70; 80
Длина заготовки, м	4-6

Часовая производительность стана представлена в табл. 2.

Таблица 2. Производительность стана в зависимости от диаметра заготовки

Условный диаметр (диаметр заготовки), мм	Число заходов валков	Номинальная частота вращения валков, об/мин	Расчетный коэффициент расхода металла (заготовка длиной 6 м)	Техническая производительность по прокатанным шарам, т/ч
30	5	110	1,024	3,4
40	4	100	1,026	6,0
50	3	83	1,028	7,5
60	2	83	1,030	8,6
70	1	80	1,032	7,1
80	1	70	1,034	8,6

План расположения оборудования шаропрокатного стана ШПС 30-80 приведен на рисунке.

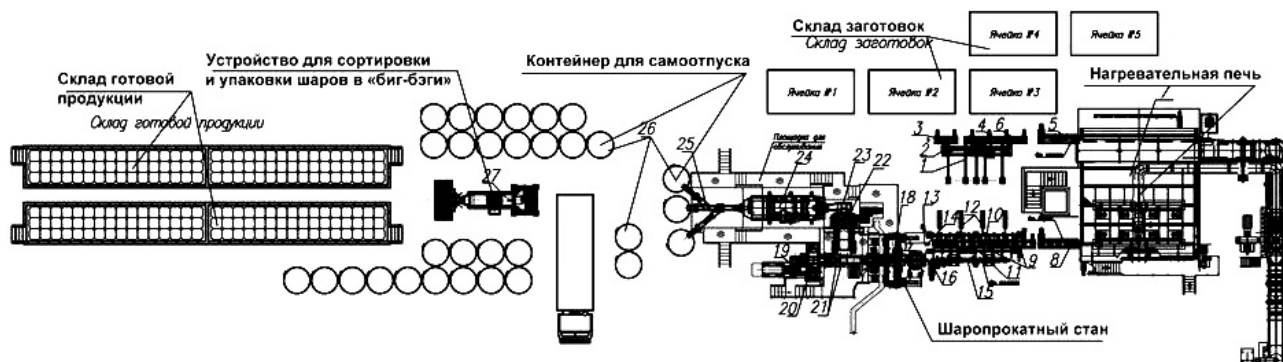


Рисунок. Схема расположения основного оборудования ШПС 30-80: 1 – решетка загрузочная; 2 – дозатор; 3, 4, 5, 8, 9 – рольганг; 6 – направляющая; 7 – нагревательная печь; 10, 11 – выбрасыватель; 12 – карман; 13 – стойка для фотодатчика; 14 – упор; 15 – стол передний; 16 – ролики подающие; 17 – ролики задающие; 18 – клеть рабочая 30-80; 19 – РЦО – специальный; 20 – редуктор Ц550х2; 21 – шпиндель; 22 – конвейер ковшевой; 23 – желоб охлаждаемый; 24 – барабан закалочный с приводом; 25 – желоба распределительные; 26 – контейнер для самоотпуска; 27 – устройство для упаковки и сортировки шаров

Поступающий со склада пакет заготовок краном укладывается на загрузочную решетку (поз. 1) с дозатором (поз. 2), где происходит раскрытие поступившего пакета заготовок, формирование плоского пакета, его поштучная разборка и передача заготовок на подводный рольганг нагревательной печи (поз. 3-5). Заготовки нагреваются в нагревательной печи (поз. 7). Заготовки, нагретые в зависимости от марки стали и диаметра до требуемой температуры ~ 1200 °С, поштучно выдают на отводящий рольганг нагревательной

печи (поз. 8), с которого выбрасывателем (поз. 11) перегружаются на передний стол прокатной клетки (поз. 15) или выбрасывателем (поз. 10) сбрасываются в карман (поз.12) при возникновении какой-либо аварийной ситуации на стане.

Заготовка, поступившая на передний стол прокатной клетки, подающими роликами (поз. 16) перемещается вдоль оси прокатки в сторону прокатной клетки к задающим роликам (поз. 17).

Заготовки, прокатанные на обжимной линии (стан 500), поступают на существующий холодильник,

## ПРОКАТНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

где охлаждаются и передаются в пролет шаропрокатного стана. Пройдя холодильный, заготовки собираются в пакеты весом до 8 т. Пакеты заготовок снимаются с холодильника существующим электромостовым краном, оборудованным крановыми весами, и передаются для укладки на приемный стол-накопитель существующей роликотправочной машины. Пройдя правку, заготовки загружаются краном в накопительные карманы склада заготовок шаропрокатного стана.

Заготовки, прокатанные на чистовой линии (стан 370) и прошедшие правку на участке ее отделки, передаются железнодорожными вагонами в пролет шаропрокатного стана. При этом пакет привозных заготовок, поступающий в цех, имеет соответствующую маркировку. Привозные заготовки загружаются электромостовым краном в накопительные карманы склада заготовок шаропрокатного стана. Задающие ролики придают заготовке вращательно-поступательное движение, близкое к ее винтовому перемещению при прокатке, и обеспечивают захват заготовки валками прокатной клетки (поз. 18).

Рабочий диапазон температур начала прокатки составляет  $1150 \pm 50$  °С.

В прокатной клетке производится получение помольных шаров высокопроизводительным методом горячей поперечно-винтовой прокатки в валках с однозаходными винтовыми калибрами. Валки прокатной клетки приводятся во вращение приводом прокатного стана (поз. 19-21).



Шаропрокатный стан ДМПЗ. Готовая продукция

Температура конца прокатки составляет  $900-1050$  °С.

На шаропрокатном стане ШПС 30-80 принята технологическая схема прерванной закалки шаров с прокатного нагрева на воду с самоотпуском шаров от тепла, оставшегося после охлаждения в воде.

Эта технологическая схема реализована следующим образом:

- после выхода из рабочей клетки шары, имеющие температуру прокатки  $900-1050$  °С, в зависимости от режимов нагрева и прокатки, скатываются по отводящему желобу в ковши подстуживающего ковшевого цепного конвейера (поз. 22);

- в каждый ковш конвейера попадает несколько шаров, число которых зависит от производительности прокатки и скорости движения конвейера. По мере транспортировки шаров к закалочному барабану (поз. 24) шары охлаждаются (подстуживаются), чтобы в момент их сброса в закалочный барабан

их температура выровнялась по поверхности и глубине и достигла температуры начала закалки для данного диаметра шара и марки стали;

- затем шары сбрасываются внутрь вращающегося барабана с внутренним шнеком, витки которого образуют замкнутое пространство, где помещается некоторое количество шаров, определяемое скоростями движения подстуживающего конвейера и закалочного барабана. В барабан подается вода, которая интенсивно перемешивается вместе с шарами, что способствует сбиванию паровой рубашки с шаров и их равномерному охлаждению. Частота вращения барабанов выбирается таким образом, чтобы обеспечить заданное время охлаждения шаров, которое в свою очередь должно обеспечивать необходимую температуру самоотпуска шаров в бункерах или контейнерах;

- вышедшие из закалочного барабана шары по отводящему и распределительным желобам (поз. 25) поступают в контейнеры, где осуществляется их самопуск;

- после самоотпуска и последующего охлаждения шаров до температуры ниже  $50$  °С контейнеры с готовой товарной продукцией передаются на участок отделки для расфасовки в отпускную тару («биг-беги»), взвешивания, маркировки и передачи на склад готовой продукции для последующей отгрузки потребителю. Погрузка готовой продукции в железнодорожные вагоны или автотранспорт происходит с помощью кранов.

Самоотпуск шаров осуществляется в саморазгружающихся контейнерах (поз. 26). За рубежом и на небольших шаропрокатных предприятиях получили распространение контейнеры емкостью от 2 до 10 т. Наиболее применимы контейнеры емкостью 4-7 т.

Для уменьшения скорости охлаждения шаров и сохранения начальной температуры самоотпуска шаров контейнеры после заполнения закрывают крышкой не менее чем на 8 часов. Заполненные контейнеры до завершения самоотпуска шаров устанавливаются в цехе.

Обычно продолжительность нахождения шаров в контейнерах составляет не менее суток (24 ч). Чем больше емкость контейнера, тем медленнее он будет остывать. Температура выгрузки шаров из контейнера не должна превышать  $45-50$  °С.

Контейнер с помощью электромостового крана устанавливается на опорную раму устройства для сортировки и упаковки шаров (поз. 27). Далее шары высыпаются в бункер и через дозирующее устройство попадают на наклонный регулируемый сортировочный стол с пневматической заслонкой. На момент установки саморазгружающегося контейнера заслонка находится в закрытом положении. После открытия заслонки шары скатываются по столу и проходят через решетку для удаления дефектных шаров, которые по наклонному желобу попадают в контейнер для брака.



С сортировочного стола шары скатываются в контейнер, установленный на специальных платформенных весах. Контейнер имеет три установочных места под «биг-беги». Заполненные «биг-беги» с помощью электромостового крана подаются на склад готовой продукции.

**Выводы**

Результатом внедрения разработок специалистов ГП «УкрНТЦ «Энергосталь» по реконструкции сортопрокатного стана станет:

- расширение существующего сортамента металлопроката;
- повышение технологичности существующего производства;
- получение качественного товарного проката – шаров широкого сортаментного ряда;
- удовлетворение растущего спроса на помольные шары среди предприятий горно-металлургической, цементной, энергетической и других отраслей промышленности;
- возможность производства шаров 4 категории прочности согласно ДСТУ 3499-97;
- повышение конкурентоспособности предприятия на внешних рынках, следствием чего является увеличение объемов производства и сбыта продукции.

Срок окупаемости капитальных вложений (без учета продолжительности строительства):

- недисконтированный – 2,4 года;
- дисконтированный – 3,2 года.

**Библиографический список**

1. Сталинский Д. В., Рудюк А. С., Медведев В. С. Ресурсосбережение и энергоэффективность в сортопрокатном производстве // Вестник национального технического университета «ХПИ». – 2011. – № 47. – С. 3-7.
2. Арих В. С., Кулак В. Ю. Использование современных технологий при строительстве новых и реконструкции существующих прокатных цехов, направленных на энерго- и ресурсосбережение // Экология, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей среды и здоровье человека, утилизация отходов: сб. науч. статей XV Междунар. науч.-практ. конф., 4–8 июня 2007 г., г. Щелкино, АР Крым: в 2 т. Т. 1. / УкрНТЦ «Энергосталь». – Х.: Издательство САГА, 2007. – С. 148-151.
3. Давлетьяров А. Ш., Крепица В. Ф. Проблемы обеспечения качества помольных шаров выпускаемых АО «КАЗАРМАПРОМ» // Техникал ык гыл ымдары. – 2010. – № 1. – С. 193-196.

**Поступила 14.04.2014**

**ЖУРНАЛ ДЛЯ ТЕХ, КТО РАБОТАЕТ В МЕТАЛЛУРГИИ И ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИИ!**

**Стоимость рекламы (в гривнях):**

<i>Площадь, формат</i>	<i>Чёрно-белая</i>	<i>Полноцветная</i>
<b>1 стр. обложки ( A5)</b>		7 000
<b>4 стр. обложки:</b>		
страница (A4)	-	5 000
<b>на страницах журнала:</b>		
страница (A4)	1 000	2 000
½ стр.	500	1 000

Вложение в журнал рекламных листовок: A4 – 1 грн.; A5 – 0,5 грн.

**Публикация статьи на правах рекламы – 750 грн за страницу.**

**Адрес редакции :**

49027, Днепропетровск, ул. Дзержинского, 23

тел./факс (0562) 46-12-95, (056) 744-81-66.

E-mail: [metinfo@metinform.dp.ua](mailto:metinfo@metinform.dp.ua); <http://www.metaljournal.com.ua/>