

УДК 338.28

Сравнительная технико-экономическая оценка бескоксовых технологий производства первичного железа для мини-заводов

© 2013 г. В.А. Роменец, В.И. Галкин,
А.А. Федорова, В.С. Валавин, Ю.В. Похвиснев, С.А. Макеев*

В мировой черной металлургии в последние 40 лет динамично развивается сектор мини-заводов. Первоначально он был ориентирован на удовлетворение потребностей регионального рынка в металлопродукции строительного сортамента, затем благодаря появлению соответствующих машин непрерывной разливки стали проник и на рынок плоского проката. В настоящее время в мире действует более 1000 мини-заводов различного профиля. Их доля в общем производстве стали достигла 30 % и, по прогнозам, будет увеличиваться в дальнейшем.

Растущий в связи с этим дефицит лома, увеличивающееся загрязнение его примесями цветных металлов и необходимость при этом удовлетворять требования к качеству стали вынуждают использовать на мини-заводах, кроме лома, первичное железо в виде чугуна или металлизированного сырья. Учитывая, что использование доменных печей для производства первичного железа для мини-заводов экономически нецелесообразно, проблема выбора бескоксовых технологий производства первичного железа приобретает особую актуальность.

В настоящее время существует два основных вида бескоксовых процессов производства первичного железа – твердофазные и жидкофазные. Продукцией твердофазных процессов является твердое губчатое железо, представленное в большинстве случаев в виде металлизированных окатышей или брикетов (ГБЖ). В качестве топлива-восстановителя в этих процессах может применяться конвертированный природный газ или энергетический уголь. На выходе процессов жидкофазного восстановления получают жидкий чугун. В качестве топлива-восстановителя в них используется энергетический уголь, а также может применяться природный газ.

* Роменец В.А. — д-р техн. наук, профессор, директор института ЭУПП НИТУ «МИСиС».

Галкин В.И. — канд. экон. наук, зав. сектором «Центра Ромелт» НИТУ «МИСиС».

Федорова А.А. — инженер «Центра Ромелт» НИТУ «МИСиС».

Валавин В.С. — д-р техн. наук, директор «Центра Ромелт» НИТУ «МИСиС».

Похвиснев Ю.В. — канд. техн. наук, зам. директора «Центра Ромелт» НИТУ «МИСиС».

Макеев С.А. — научный сотрудник «Центра Ромелт» НИТУ «МИСиС».

Среди твердофазных технологий бескоксового производства первичного железа наибольшее распространение получили процессы Мидрекс и Хил-III, использующие природный газ. Доля их в общем объеме производства металлизированного сырья превышает 75 % и имеет устойчивую тенденцию к увеличению. Эти процессы с различными модификациями технологии и оборудования уже давно находятся в промышленной эксплуатации. Именно они используются отечественным холдингом «Металлоинвест» для производства ГБЖ на Лебединском ГОКе.

Традиционные процессы металлизации железорудного сырья во вращающихся трубчатых печах с использованием угля такого широкого развития не получили. Их доля в общем объеме производства губчатого железа в 2009 г. достигла максимума (26,9 %) и начала постепенно снижаться. Из-за сравнительно невысоких технико-экономических показателей производства и качества продукта строительство новых установок не планируется.

Промышленно освоено и получил развитие практически твердофазный двухстадийный процесс Корекс, имеющий стадию довосстановления металлизированных в шахте окатышей в плавильном реакторе-газификаторе, где получают жидкий чугун. В настоящее время построено 7 установок Корекс общей мощностью порядка 7 млн т/год. Процессы чисто жидкофазного восстановления пока находятся в стадии опытно-промышленной эксплуатации, однако большой интерес со стороны крупнейших кампаний и значительные средства, направляемые на их внедрение в промышленную эксплуатацию, позволяют рассчитывать на скорый рост производства первичного железа этими процессами.

Наиболее развитыми среди технологий чисто жидкофазного восстановления являются отечественный процесс Ромелт и процесс Хайсмелт.

Процесс Хайсмелт был испытан в Австралии на опытно-промышленной установке производительностью 7 т чугуна в час. На базе этой технологии в Австралии построен завод мощностью 800 тыс. т чугуна в год. После двух лет освоения технологии устойчивая работа завода и проектная производительность не были достигнуты. Принято решение о прекращении работы завода в Австралии, демонтаже оборудования и переводе комплекса в Китай.

Процесс Ромелт разработан Московским институтом стали и сплавов (в настоящее время НИТУ «МИСиС»).

Технология переработки различных видов железосодержащего сырья, включая отходы металлургического производства, была полностью отработана на установке промышленного (площадь пода печи 20 м²) масштаба на Новолипецком металлургическом комбинате. Произведено более 40 тыс. т чугуна. В настоящее время в Республике Союз Мьянмы строится завод по технологии Ромелт для переработки местных железных руд мощностью 200 тыс. т чугуна в год. Процесс Ромелт может также найти применение при переработке несортированных бытовых отходов. В этом случае основными продуктами будут высококалорийный газ и экологически чистый шлак. Такая технология была испытана на пилотной установке в научном центре г. Таеджон (Южная Корея). В последнее время широко рекламируется процесс *ITmK3*, который разработан компанией *Kobe Steel* (Япония). При его создании была реализована идея свести воедино предварительное твердофазное и окончательное жидкофазное восстановление в одном агрегате – печи с вращающимся подом. В качестве сырья и топлива-восстановителя в этом процессе используются окатыши, полученные из тонкоизмельченных железорудных материалов, энергетического угля и специального связующего. На выходе получают свободные от пустой породы твердые чугунные гранулы (наггетсы), по химическому составу весьма схожие с чугуном Ромелт. Технология была отработана на пилотной установке. В 2009 г. на основе этой технологии построен завод проектной мощностью 500 тыс. т наггетсов в год. В настоящее время идет освоение технологии в направлении достижения проектных показателей. По имеющейся информации, после трех лет эксплуатации агрегата на конец 2012 г. достигнуто порядка 70 % проектной мощности.

Выбор технологии для организации производства первичного железа в составе мини-завода возможен на основе сравнительной оценки технико-экономических показателей процессов производства железа и стали по конкурирующим технологическим схемам с применением интегральных экономических критериев.

Ниже будут представлены результаты такой оценки применительно к условиям Центра Европейской части России. Расходные коэффициенты сырья, топлива и энергоресурсов устанавливали по данным фирм – разработчиков процессов, часть из которых носит откровенно рекламный характер. Капитальные вложения в сооружение объектов производства первичного железа и стали определяли для условий нового строительства, с использованием данных выполненных ранее проектных разработок и индексов изменения цен на строительно-монтажные работы и технологическое оборудование, опубликованных в бюллетене «КО-ИНВЕСТ» (выпуск 73, октябрь 2010 г.). В качестве критерия сравнительной экономической эффективности использовали показатель минимальной про-

дажной цены. Под минимальной продажной ценой понимается тот предельный уровень цены реализации продукции, ниже которого инвестиции в объекты строительства будут убыточны по сравнению с более простой альтернативой их использования, например помещением в банк под проценты. Расчет вели с применением процедуры приведения к началу строительства денежных потоков за весь срок жизни проектов при заданной норме дисконта, которая в данной работе была принята в размере 10 %. По своей экономической сущности этот показатель является рыночным аналогом использовавшихся ранее приведенных затрат [1] и представляет собой сумму полной себестоимости и величины дисконтированной прибыли на основной и оборотный капитал.

В табл. 1 представлена сравнительная оценка технико-экономических показателей производства жидкого чугуна процессами Корекс, Хайсмелт, Ромелт, твердых чугунных гранул (наггетсов) на установке *ITmK3* и губчатого железа процессами Мидрекс и Хил-III.

Как следует из данных таблицы, из процессов производства жидкого чугуна по всем экономическим показателям (себестоимости, капиталоемкости, минимальной продажной цене) лучшие результаты имеет процесс Ромелт. Это является следствием более простого конструктивного оформления процесса, использования неподготовленных и, следовательно, более дешевых сырья и топлива, а также выходом значительного количества попутной продукции в виде вторичной электроэнергии, которая вырабатывается в теплоутилизационной электростанции (ТУЭС), входящей в состав комплекса объектов Ромелт.

В основном по тем же причинам чугуны Ромелт уступают и наггетсы *ITmK3*. Необходимость тщательной подготовки сырья и топлива, повышенное энергопотребление, а также полное отсутствие попутной продукции при их производстве делают себестоимость и минимальную продажную цену наггетсов выше аналогичных показателей производства чугуна Ромелт на 18,2 долл/т (6,9 %) и 13,7 долл/т (4,2 %), соответственно.

Из процессов производства губчатого железа лучшие экономические показатели имеет процесс Мидрекс. Минимальная продажная цена металлизированных окатышей Мидрекс на 19,3 долл/т (5,7 %) ниже продажной цены наггетсов. Объясняется это отсутствием в структуре себестоимости металлизированных окатышей затрат на флюсы и связующее, меньшим уровнем затрат на топливо и расходов по переделу, а также меньшей капиталоемкостью процесса Мидрекс.

Важно отметить, что ранее [2,3] качественно подобные результаты достигались и по отношению к процессу Ромелт, о чем свидетельствуют сравнительные данные расчетов, выполненных в фактических ценах 2000, 2006 и 2012 гг. (табл. 2). Как следует из данных таблицы, в ценах 2000 г. себестоимость и минимальная продажная цена

Таблица 1

Сравнительная оценка технико-экономических показателей производства первичного железа по различным технологиям долл/т*							
Показатели	Цена	Корекс	Хайсмелт	Ромелт	ITmk3	Мидрекс	Хил III
		Кол-во/сумма	Кол-во/сумма	Кол-во/сумма	Кол-во/сумма	Кол-во/сумма	Кол-во/сумма
А Мощность установки, тыс.т/год		800	600	500	500	1000	1000
Б Себестоимость							
1 Сырье и основные материалы:							
– окатыши доменные, т	124,90	1,45/181,11					
– окатыши для металлзации, т	129					1,4/180,6	1,45/187,05
– концентрат(65 % Fe), т	92,9		1,47/136,56	1,518/141,02	1,46/135,63		
Итого сырья:		1,45/181,11	1,47/136,56	1,518/141,02	1,46/135,63	1,45/187,05	1,45/187,05
2 Флюсы:							
– известняк, т	16	0,337/5,39			0,17/2,72		
– известь, т	57		0,189/10,77	0,1/5,7			
– плавиковый шпат, т	208				0,02/4,16		
– связующее, т	198				0,018/3,56		
Итого флюсов:		5,39	10,77	5,70	10,44		
3 Топливо:							
– уголь (энергетический 22 % летучих), т	65,6	1/65,6	0,801/52,55	0,943/61,86	0,52/34,11		
– природный газ, тыс. м ³	104,4		0,051/5,32	0,036/3,76	0,21/21,92	0,295/30,8	0,304/31,74
Итого топливо:		65,6	57,87	65,62	56,04	30,8	31,74
4 Расходы по переделу:		80,72	81,50	75,84	64,66	44,17	46,87
В том числе:							
– электроэнергия, мВт · ч	71,84	0,08/5,75	0,06/4,31	0,075/5,39	0,26/18,68	0,11/7,9	0,06/4,31
– кислород, тыс. м ³	49,93	0,527/26,31	0,1634/8,16	0,762/38,05		0,012/0,6	0,012/0,6
Расходы по ТУЭС, мВт · ч	42,5	1,125/47,81	0,158/6,72	1,254/53,3			
5 Общезаводские расходы		8,07	8,15	7,58	6,47	4,42	4,69
Всего затрат:		388,70	301,57	349,06	273,24	259,99	270,35
6 Попутная продукция:							
– граншлак, т	8,7	0,44/3,83	0,42/3,65	0,39/3,39			
– электроэнергия ВЭР, мВт · ч	71,84	1,125/80,82	0,158/11,35	1,254/90,09			
Итого попутной продукции:		84,65	15	93,48			
Производственная себестоимость:		304,06	286,56	255,58	273,24	259,99	270,35
Полная себестоимость:		313,18	295,16	263,25	281,44	267,79	278,46
В удельные капитальные вложения:							
– собственно цех с ОЗХ		460	583	276	550	374	446
– окатыши, т	84	1,45/121,8				1,45/121,8	1,45/121,8
– кислород, тыс. м ³	178	0,527/93,81	0,1634/29,09	0,762/135,64		0,012/2,14	0,012,2,14
– электроэнергия ВЭР, мВт · ч	144	1,125/162	0,158/22,75	1,254/180,58			
– известь, т	90		0,189/17,01	0,1/9			
Г Итого удельные капитальные вложения:		837,61	651,85	601,21	550	493,74	569,94
Д Оборотный капитал		46,98	44,27	39,49	42,22	49,17	41,77
Е Минимальная продажная цена		399,83	363,69	326,26	339,94	320,63	338,81
* Расчеты выполнены с использованием внутренних цен России середины 2012 г., перевод цен в долларовый эквивалент осуществляли по курсу 31,5 руб. за 1 долл. США.							

Таблица 2

Экономические показатели производства металлизованных окатышей Мидрекс и чугуна Ромелт в динамике цен 2000–2012 гг., долл/т					
Годы	Технологии			Соотношение цен, доли ед.	
	Ромелт	Мидрекс	Отклонение гр. 3 от гр. 2, абс/%	Газ/уголь	Газ/электроэнергия
Себестоимость					
2000	59,2	43,3	–15,9/26,8	0,59	0,96
2006	145,13	141,14	–3,99/2,7	1,25	1,04
2012	263,25	267,79	4,5/1,7	1,59	1,1
Минимальная продажная цена					
2000	90,8	71,4	–19,4/21,4	0,59	0,96
2006	199,26	185,97	–13,29/6,7	1,25	1,04
2012	326,3	320,6	–5,7/1,7	1,59	1,1

металлизированных окатышей Мидрекс были соответственно на 26,8 % и 21,4 % ниже аналогичных показателей производства чугуна Ромелт. Однако по мере увеличения соотношения внутренних цен России на взаимозаменяемые виды топлива (природный газ и энергетический уголь) экономические преимущества процесса Мидрекс перед процессом Ромелт постепенно утрачивались, и в 2012 г. показатели практически сравнялись. Себестоимость металлизированных окатышей на 1,7 % уже превысила себестоимость чугуна Ромелт, а минимальная продажная цена за счет меньшей капиталоемкости процесса Мидрекс осталась ниже всего на 5,7 долл/т (1,7 %). При дальнейшем увеличении соотношения цен России на взаимозаменяемые виды топлива, которое, по прогнозам Минэкономразвития РФ, к 2015 г. может достигнуть уровня 1,8 – 1,9, это небольшое преимущество процесса Мидрекс перед Ромелт будет, несомненно, утрачено.

В любом случае из-за существенного различия в качестве получаемых альтернативными процессами продуктов окончательные выводы о предпочтительности той или иной технологии для мини-завода необходимо делать по результатам сравнительной экономической оценки показателей получения стали, то есть на том этапе производства продукции, где проявляется металлургическая ценность сырья.

Влияние качественных характеристик металлизированных окатышей и жидкого чугуна на показатели выплавки стали в электродуговых печах (ЭДП) наиболее детально исследовалось фирмой *Voest Alpine* (Австрия) [4]. Результаты этих исследований представлены на **рис. 1**. Видно, что увеличение доли металлизированных окатышей в шихте электроплавки сопровождается непрямым снижением производительности ЭДП, повышением расхода электроэнергии и электродов. Увеличение доли жидкого чугуна в шихте ЭДП до 50 % приводит к диаметрально противоположным и более значимым результатам – существенно растет производительность печи, не менее существенно снижается расход электроэнергии и электродов. Отмеченное влияние использования металлизированных окатышей и жидкого чугуна на показатели электроплавки подтверждается и опытом отечественных производителей стали [5].

С использованием данных, приведенных на рис. 1, и соответствующих оценок [5] были рассчитаны технико-экономические показатели производства литой стальной заготовки сопоставимого качества. Для более полного представления об экономических возможностях конкурирующих технологий рассчитали эти показатели по пяти технологическим схемам получения стали:

I. Плавка на обычном металлоломе с добавкой 45 % лома, чистого по цветным примесям (базовый вариант).

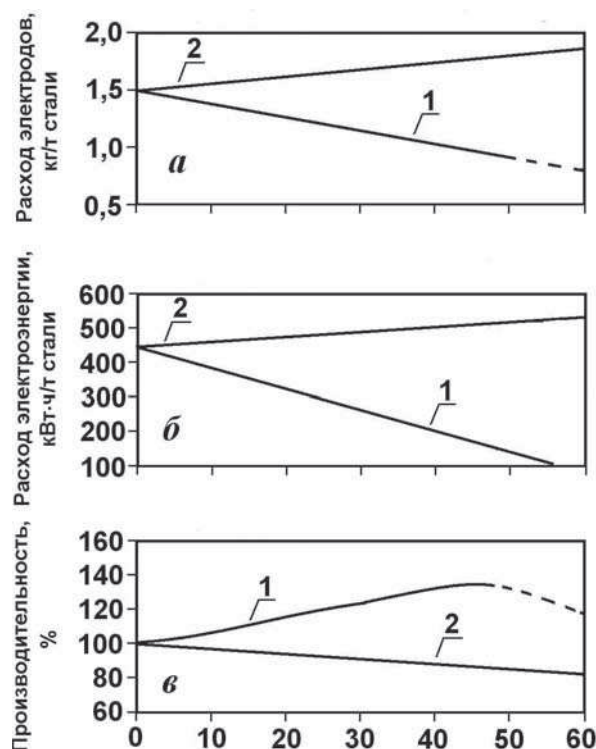


Рис. 1. Влияние использования жидкого чугуна (1) и металлизированного сырья (2) на показатели работы ЭДП: а – расход электродов; б – расход электроэнергии; в – производительность

II. Плавка с частичной заменой лома жидким чугуном Ромелт (35 % шихты, что обеспечивает эквивалентную чистоту стали).

III. Плавка с частичной заменой лома на 35 % холодных металлизированных окатышей Мидрекс собственного производства.

IV. То же, но с использованием горячих окатышей с температурой 600 °С.

V. Плавка с частичной заменой лома на 35 % холодных нагетсов *ITmk3*.

В связи с тем, что установки Ромелт, Мидрекс и *ITmk3* предполагается сооружать в составе предприятия, затраты на используемое ими сырье учитывали в расчетах по его себестоимости и капиталоемкости производства. Поэтому объем и структура капитальных, а также текущих затрат, представленные ниже в удельных величинах, обеспечивают возможность строительства и полностью автономного функционирования интегрированного мини-завода по производству литой заготовки. Металлолом в расчетах учитывали по ценам франко-склад потребителя.

В качестве показателя сравнительной экономической эффективности рассматриваемых технологических схем использовали, как и в предыдущих расчетах, минимальную продажную цену. Для оценки коммерческой состоятельности возможных

(соответствующих вариантам исследования) инвестиционных проектов по каждому варианту рассчитали также показатели чистого дисконтированного дохода (ЧДД, *NPV*) и внутренней нормы доходности (ВНД, *IRR*), определение которых регламентируется официальными Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов. Величины всех трех интегральных показателей определяли при следующих условиях осуществления проектов:

- срок строительства мини-завода – 2 года;

- срок службы объектов – 15 лет;
- величина ликвидационной стоимости основных фондов – 25 % от первоначальных капитальных вложений, оборотных средств – 100 %;
- налог на прибыль – 20 %;
- налог на имущество – 2,2 %;
- норма дисконта – 10 %;
- цена реализации литой заготовки – 540 долл./т.

Результаты расчетов приведены в **табл. 3**. Согласно ее данным наименьший уровень расходов по переделу и текущих затрат достигается при

Таблица 3

Сравнительная оценка технико-экономических показателей производства стали по различным технологическим схемам во внутренних ценах России 2012 г., долл/т											Таблица 3
Показатели		Лом-ЭДП		Ромелт-ЭДП		Мидрекс-ЭДП		Мидрекс-ЭДП**		Itmk3-ЭДП	
	Цена	Кол-во	Сумма	Кол-во	Сумма	Кол-во	Сумма	Кол-во	Сумма	Кол-во	Сумма
А. Производительность ста­лепла-вильного агрегата, тыс. т/год.		1000		1240		850		940		1030	
Б .Себестоимость стали											
1. Сырье и основные материалы:											
– чугун Itmk3,т *	273,24									0,4030	110,12
– чугун Ромелт, т*	255,58			0,4030	103						
– лом качественный, т	300	0,5048	151,44								
– лом, т	270	0,6171	166,62	0,7290	196,83	0,7400	199,80	0,7400	199,80	0,7250	195,75
– металл­изованные окатыши, т *	259,99					0,4100	106,59	0,4100	106,59		
– ферросплавы, т	1250	0,0200	25,00	0,0200	25	0,0200	25	0,0200	25	0,0200	25,00
Итого сырья:		1,1419	343,06	1,1520	324,83	1,1700	331,39	1,1700	331,39	1,1480	330,87
Отходы (–)	38	0,0240	0,91	0,0240	0,91	0,0240	0,91	0,0240	0,91	0,0240	0,91
Итого за вычетом отходов:			342,15		323,92		330,48		330,48		329,95
2. Добавочные материалы			11,24		10,82		11,54		11,54		11,35
В том числе:											
– известь*, т	57	0,0650	3,71	0,0650	3,71	0,0740	4,22	0,0740	4,22	0,0670	3,82
– магнезитовый порошок, т	169	0,0123	2,08	0,0123	2,08	0,0123	2,08	0,0123	2,08	0,0123	2,08
– коксик, т	208	0,0130	2,70	0,0110	2,29	0,0120	2,50	0,0120	2,50	0,0130	2,70
3. Расходы по переделу			78,07		61,60		90,19		78,96		75,61
В том числе:											
– электроэнергия, МВт · ч	71,84	0,4600	33,05	0,3250	23,35	0,5160	37,07	0,4070	29,24	0,4350	31,25
– электроды, кг	6	1,40	8,40	1,20	7,20	1,80	10,80	1,50	9,00	1,30	7,80
– кислород, тыс. м ³	75,75	0,0300	2,27	0,0400	3,03	0,0300	2,27	0,0030	0,23	0,0400	3,03
4. Общезаводские расходы			7,81		6,16		9,02		7,90		7,56
Производственная себестоимость:			439,26		402,50		441,23		428,87		424,47
5. Внепроизводственные расхо-ды:			13,18		12,08		13,24		12,87		12,73
6. Полная себестоимость:			452,44		414,58		454,47		441,74		437,21
В. Удельные капвложения											
– собственно цех с ОЗХ			360,00		290		424,00		380		350
– чугун Itmk3, т	550									0,4030	221,65
– чугун Ромелт, т	601,21			0,4030	242,29						
– металл­изованные окатыши, т	493,74					0,4100	202,43	0,4100	202,43		
– кислород, тыс. м ³	178	0,0300	5,34	0,0400	7,12	0,0300	5,34	0,0030	0,53	0,0400	7,12
– известь, т	90	0,0650	5,85	0,0650	5,85	0,0740	6,66	0,0740	6,66	0,0670	6,03
Итого удельные капвложения:			371,19		545,26		638,43		589,63		584,80
Г. Оборотный капитал			68,87		62,19		68,27		66,36		65,58
Д. Минимальная продажная цена			497,50		475,46		525,10		507,18		502,09
ВНП (IRR),%			18,5		19,1		12,3		14,7		15,4
ЧДД (NPV), млн долл.			226,4		424,7		81,4		172,1		214,8
*учитывается по производственной себестоимости											
**используются горячие окатыши											

производстве литой заготовки по схеме II (Ромелт – ЭДП), наибольший – по схеме III (Мидрекс – ЭДП с холодными окатышами). Первое вполне объяснимо высокой производительностью ЭДП и низкими энергетическими затратами, второе – теми же причинами, но с обратным знаком.

Самая низкая капиталоемкость литой заготовки у схемы I (Лом – ЭДП), что связано с отсутствием в ее составе капиталоемких производств первичного железа. Наибольший уровень удельных капитальных затрат имеет схема III. Главной причиной этого является пониженная относительно базы производительность ЭДП из-за наличия в окатышах пустой породы.

По уровню минимальной продажной цены на первое место выходит схема Ромелт – ЭДП. Несмотря на более высокую капиталоемкость стали, анализируемый показатель у этой схемы на 4,4 % ниже, чем у базовой (Лом – ЭДП). Это значит, что капитальные затраты на производство чугуна Ромелт вполне окупаются достаточно высокой экономией текущих затрат при производстве литой заготовки. В схеме III (Мидрекс – ЭДП) такая экономия отсутствует, поэтому минимальная продажная цена выше базовой на 5,5 %.

Использование в электроплавке горячих металлизированных окатышей (схема IV Мидрекс – ЭДП**) существенно улучшает экономические показатели производства литой заготовки относительно схемы III. В результате минимальная продажная цена заготовки, произведенной по этой схеме, становится близкой к цене заготовки базовой схемы, однако ее уровень остается более высоким, чем у схемы Ромелт – ЭДП. Превышение составляет 31,7 долл/т или 6,7 %.

Наггетсы *ITmK3* по качественным показателям немного превосходят практически все виды твердой шихты для электросталеплавленного производства. В отличие от губчатого железа они не содержат пустой породы, имеют, как и чугун Ромелт, пониженное содержание кремния и марганца по сравнению доменным чугуном, что позволяет уменьшать шлакообразование, а по сравнению с ломом обладают большей химической энергией. Все это приводит к более умеренному, чем при работе с жидким чугуном Ромелт, но все-таки снижению расхода электроэнергии на плавку и повышению производительности печи. Поэтому себестоимость литой заготовки, произведенной по схеме с использованием наггетсов, оказывается ниже себестоимости всех остальных вариантов плавки с твердой шихтой на 1 – 4 %. И только при сравнении со схемой Ромелт – ЭДП это преимущество наггетсов утрачивается. И себестоимость, и минимальная продажная цена литой заготовки, произведенной по схеме V, остаются выше, чем у схемы Ромелт – ЭДП, на 17,3 долл/т (3,8 %) и 26,6 долл/т (5,6 %) соответственно. В этом случае лучшие результаты у схемы Ромелт – ЭДП достигаются исключительно за счет использования физического тепла чугуна, заливаемого в печь с температурой 1450 °C.

Анализ показателей доходности возможных инвестиционных проектов свидетельствует о том, что при принятом в расчетах уровне цен на сырье, энер-

гоносители и готовую продукцию (литую заготовку) все они могут быть реализованы. Внутренняя норма доходности по вариантам проектов в 1,2 – 1,7 раза превышает приемлемую норму прибыли на капитал (10 %). Чистый дисконтированный доход, рассчитанный при указанной норме дисконта, по всем проектам имеет положительную величину и исчисляется десятками, а в большинстве случаев и сотнями миллионов долларов США. Все это подтверждает выдвинутый ранее [3] тезис о целесообразности строительства и рентабельной эксплуатации не только обычных, но и интегрированных мини-заводов.

Наибольший уровень внутренней нормы доходности (ВНД) (19,1 %) имеет проект, реализуемый по схеме Ромелт – ЭДП. Это вполне объяснимо меньшим по сравнению с другими проектами уровнем себестоимости литой заготовки в этом варианте. По уровню ЧДД на первое место также выходит вариант проекта с Ромелтом. Его ЧДД в 1,9 раза превышает ЧДД базового варианта, в 2,0 раза – ЧДД проекта с наггетсами *ITmK3*, в 2,5 раза – ЧДД проекта с Мидрексом (горячие окатыши) и в 5,2 раза – ЧДД проекта с Мидрексом (холодные окатыши).

Столь высокий уровень доходности проекта Ромелт – ЭДП является в основном следствием важных преимуществ, которые дает использование в электроплавке жидкого чугуна вместо части твердой шихты (см. рис. 1). При этом следует иметь в виду, что особенности чугуна Ромелт, связанные с пониженным содержанием кремния и марганца (не более 0,15 % каждого), обеспечивают, как и наггетсы *ITmK3*, более низкий по сравнению с доменным чугуном уровень шлакообразования в ЭДП. Это позволяет безболезненно для ведения плавки увеличивать долю жидкого чугуна в шихте с 35 % до 50 – 60 %. В таких случаях показатели доходности проекта Ромелт – ЭДП будут только повышаться, а его экономические преимущества относительно других проектов увеличиваться. По сравнению с проектами Мидрекс – ЭДП эти преимущества в перспективе будут увеличиваться еще и в связи с прогнозируемым Минэкономразвития РФ увеличением соотношения цен на природный газ, используемый в процессе Мидрекс, и энергетический уголь, являющийся основным видом топлива при производстве чугуна Ромелт.

Второе место по уровню доходности занимает проект, реализующий схему V при условии достижения заданных проектных показателей. Это объясняется тем, что себестоимость и капиталоемкость литой заготовки, полученной по варианту с использованием наггетсов *ITmK3*, ниже, чем по вариантам с использованием холодных и даже горячих окатышей Мидрекс. Последнее, в свою очередь, является следствием улучшенных, как отмечалось выше, качественных характеристик наггетсов относительно окатышей.

Таким образом, при условии широкого промышленного освоения новых технологий Ромелт и *ITmK3* губчатому железу Мидрекс будет трудно конкурировать

вать не только с жидким чугуном Ромелт, но и с твердыми наггетсами *ITmK3*, при производстве которых в качестве восстановителя используется также энергетический уголь. Поэтому технология горячебрикетированного железа (ГБЖ), которая сегодня вполне оправданно «шагает по планете» [6], возможно, придется потесниться на рынке первородного сырья для сталеплавильного производства уже в недалеком будущем.

Библиографический список

1. Галкин В.И., Сакир Н.Ф., Петрова В.В., Роменец В.А. К вопросу о методах оценки эффективности капитальных вложений в условиях развития рыночных отношений // Изв. вузов. Черная металлургия. 1999. № 5. С. 68–73.
2. Процесс Ромелт / Роменец В.А., Валавин В.С., Усачев А.Б. и др.: под ред. Роменца В.А. М.: МИСиС, ИД Руда и металлы, 2005. 400 с.
3. Роменец В.А., Галкин В.И. Какие мини-заводы нужны России? // Экономика в промышленности. 2010. № 1. С. 3–12.
4. Процесс Corex для производства высококачественных сталей на мини-заводах / Реф. А.Г. Шалимова // Металлург. 2000. № 1. С. 52–53.
5. Гудим В.А., Зинуров И.Ю., Киселев А.Д. Существует ли реальная альтернатива лому в электросталеплавильном производстве // Электрометаллургия. 2008. № 5. С. 27–31.
6. ГБЖ шагает по планете. // Металлургия – тематический проект газеты «ИЗВЕСТИЯ», февраль 2012. С. 10.

УДК 332.14:629.12

Современное состояние рынка судоремонтных услуг Кольского полуострова и его перспективы

© 2013 г. Т.В. Турчанинова*

Для понимания современного состояния рынка судоремонтных услуг и его поведения необходимо вернуться к истокам создания судоремонтных предприятий на Кольском полуострове.

Кольский полуостров своим пространственным расположением, природными характеристиками имеет геополитическое значение для России и ее национальной экономики. Незамерзающий Кольский залив и другие естественные природные фиорды позволили разместить в них базы флотов, обеспечивающих обороноспособность страны, транспортную морскую составляющую, рыбный промысел и т.д.

Любой флот в процессе эксплуатации требует технического обслуживания и ремонта, поэтому в плановой экономике каждое министерство, имевшее флот в своем составе, (Министерство обороны, Министерство морского флота, Министерство рыбной промышленности и хозяйства и т.д.) создавало судоремонтные предприятия, необходимые для выполнения ремонта собственного флота. Во времена Советского Союза на территории Кольского полуострова были созданы и успешно работали мощные, индустриально развитые судоремонтные предприятия: Мурманский судоремонтный завод Министерства морского флота (СРЗ ММФ); производственное объединение судоремонтных предприятий «Мурманская судовой верфь» Министерства

рыбной промышленности и хозяйства (ПОСП «Мурманская судовой верфь»); судоремонтный завод «Нерпа» Министерства судостроительной промышленности; судоремонтный завод № 35, Росляковский судоремонтный завод № 82, судоремонтный завод №10 Министерства обороны. На этих предприятиях работали более 20 тыс. человек, и предприятия были загружены полностью ремонтом собственных судов флотов отраслевых министерств. При этом мощностей судоремонтных предприятий было недостаточно для покрытия дефицита в судоремонтных услугах и суда зачастую простаивали в ожидании ремонта. Например, ПОСП «Мурманская судовой верфь», входившая в состав главка «Севрыба» Министерства рыбной промышленности и хозяйства, включала четыре судоремонтных завода, удовлетворяла потребности в ремонте судов северного рыбопромыслового бассейна только на 83,6 %. Подобная картина была характерна и для судоремонтных предприятий других министерств. Главная причина, порождавшая дефицит в судоремонте, – это диспропорция в соотношении количественного состава флота, мощностей и предпринимательской мобильности судоремонтных предприятий.

В период плановой экономики предпринимательство как экономическая категория отсутствовало. Предпринимательство в рамках государственных предприятий было не нужно, так как экономика носила плановый характер и все действия судоремонтных предприятий были регламентированы и согласованы с вышестоящими организациями. Судоремонтные

* Канд. экон. наук, доц. каф. экономики и финансов НОУВПО «Мурманская академия экономики и управления».