

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ СЕМИНАР РУП «МТЗ»

*И. В. ЕМЕЛЬЯНОВИЧ, техн. директор РУП «МТЗ» – зам. ген. директора ПО «МТЗ» по развитию,
В. П. ПЕТРОВСКИЙ, пом. гл. металлурга РУП «МТЗ»,
Д. М. КУКУЙ, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Машины и технология литейного производства» БНТУ,
О. Е. ЛАШКЕВИЧ, зам. техн. директора РУП «МТЗ» – главный металлург ПО «МТЗ»*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТАЛЛООТХОДОВ В ЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ РУП «МТЗ»

Экономия и бережливость, рациональное использование топливно-энергетических и материальных ресурсов, внедрение энергосберегающих технологий и оборудования, снижение удельных материальных затрат, основных и вспомогательных материалов на единицу выпускаемой продукции – главные факторы экономической эффективности производства.

Важнейшая проблема современного машиностроения – это утилизация и вторичное использование металлоотходов (рециклинг). Всевозрастающее накопление металлоотходов, удорожание энергоресурсов и шихтовых материалов, ужесточение природоохранных нормативов приводят к необходимости поиска экономичных и эффективных способов для переработки и возврата в производство (рециклинга) металлоотходов.

Одним из таких видов вторичного сырья является стружка (чугунная и стальная). Стружка представляет собой наиболее ценное и привлекательное с точки зрения металлургии сырье, так как имеет тот же химический состав, что и годная продукция. Чугунную и стальную стружку используют в виде брикетов. Использование насыпью дает повышенный угар (до 25%).

В механических цехах РУП «МТЗ» ежегодно образуется около 11 тыс. т чугушной стружки. Данные цеха оснащены системами удаления стружки, сбора, отстоя СОЖ и масел. Дальнейшая очистка чугушной стружки от отработанной СОЖ и масла является сложной, трудноразрешимой инженерной задачей. Одна тонна стружки содержит до 150 кг отработанных масел, при загрузке брикетов из такой стружки в плавильную печь образуется значительное количество вредных выбросов в атмосфере.

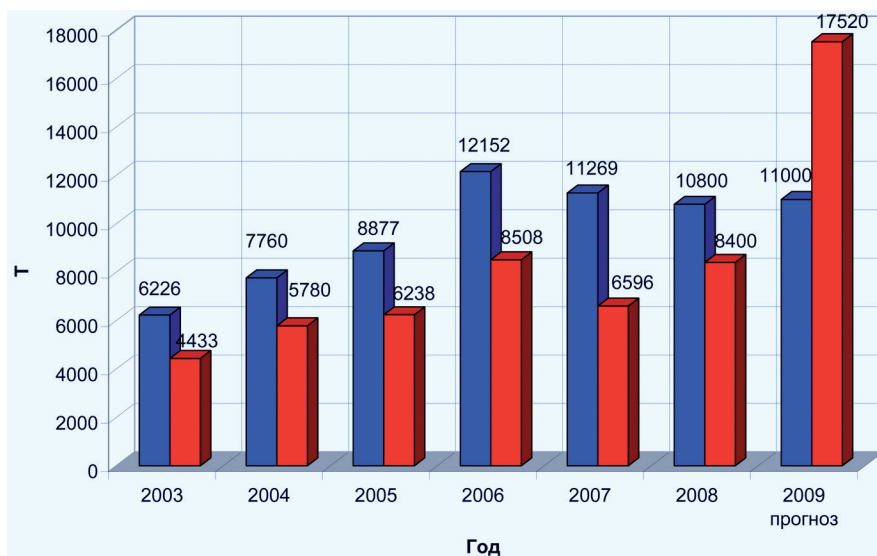


Рис. 1

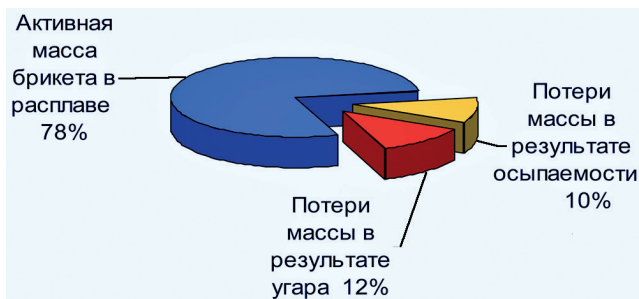


Рис. 2

ру, также ухудшаются санитарно-гигиенические условия труда в цехах. Щелочные составляющие отработанных СОЖ ускоряют разрушение футеровки печи. Влажную стружку нельзя загружать в печь из-за опасности выбросов металла.

Вся образующаяся в механических цехах чугунная стружка автомобильным транспортом поставляется в цех заготовки шихты, где производится ее переработка (брикетирование). В цехе имеется линия холодного брикетирования стальной и чугунной стружки, где при помощи прессов мод. Б-6238 брикетируется холодным способом. Плотность таких брикетов составляет 4,4–5,0 г/см³, содержание СОЖ и масел – до 5%.

Образование и использование чугунной стружки в собственном производстве 2003–2008 гг. показано на рис. 1.

Как видно из рисунка, образование стружки на РУП «МТЗ» превышает возможности ее использования по следующим причинам:

1. Использование в шихте материалов, содержащих ржавчину (оксиды), вызывает насыщение металла газами, кислородом и водородом. Оставшиеся в металле оксиды железа способствуют образованию в нем газовых раковин и неметаллических включений, резко снижают качество чугуна, что увеличивает брак отливок.

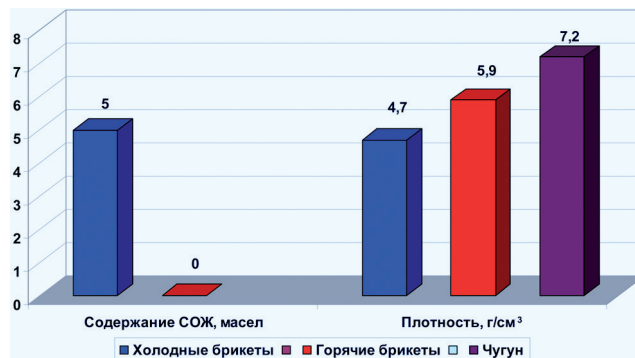


Рис. 3.

2. Высокое содержание в холодных брикетах СОЖ, масла, оксидов железа и других примесей влияет на экологию, замедляет процесс плавки, увеличивает шлакообразование.

3. Разрушение брикетов при перевалках, транспортировке и под давлением твердой шихты в плавильных агрегатах из-за низкой прочности брикетов, что приводит к большому угару стружки (до 12%) и потере массы брикета в результате осыпаемости (до 10%).

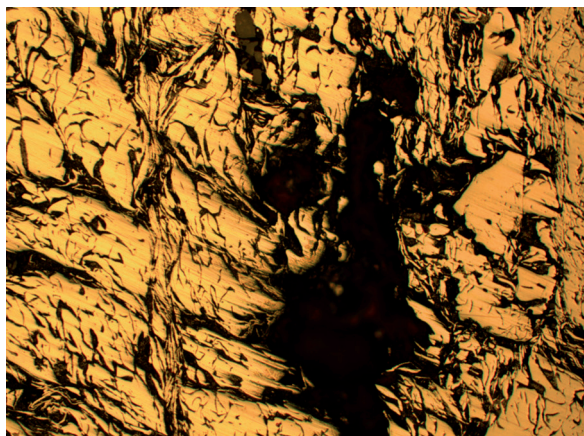
На рис. 2 показаны потери массы брикетов.

В течение последних двух лет специалисты завода проводили работы по увеличению использования стружки при плавке чугуна и, исходя из наличия мощностей по холодному брикетированию, с учетом экономической целесообразности был выбран вариант горячего брикетирования.

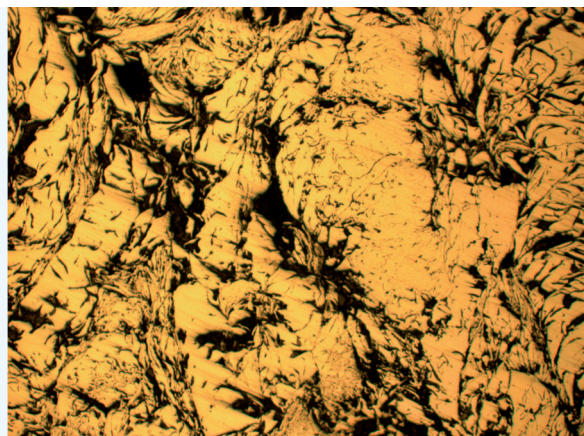
Сравнительные характеристики брикетов холодного и горячего брикетирования приведены на рис. 3, а макроструктура брикета – на рис. 4.

Особенности и преимущества процесса горячего брикетирования:

- высокая плотность брикета (5,5–6,2 г/см³) и, как следствие, лучшая теплопроводность, что оказывает существенное влияние на прогрев и расплавление;



Неплотная структура «холодного» брикета



Плотная структура «горячего» брикета

Рис. 4

- 100%-ное удаление влаги, СОЖ и масла, что значительно снижает вредные выбросы в атмосферу;

- в процессе нагрева брикетов в печи до 800–850 °С в результате сгорания масла образуется так называемый сажистый углерод, который остается в брикете и является сильным науглероживателем, что препятствует окислению металла.

Принцип работы участка горячего брикетирования

Поступившие с участка холодного брикетирования брикеты сортируются по размеру и подаются в печь, где производится их нагрев до температуры 800–850 °С. При этом происходит удаление влаги и сгорание масла. При сгорании масла выделяется теплота, что позволяет снизить расход газа. Нейтрализация продуктов сгорания осуществляется в двух камерах дожигания при температуре 1000 °С, в результате происходит окисление СО до СО₂ и сгорание углеводородов. Средний расход газа составляет 120 м³/ч. В печи установлено девять газовых горелок в основной камере и четыре – в камерах дожигания.

Механизм выгрузки поочередно выдает брикеты в захваты манипулятора, который направляет брикет в матрицу пресса чеканочного мод. КР8340 усилием 10000 кН/см² для горячего уплотнения. Далее брикет по наклонному склизу попадает на конвейер, который сбрасывает его в тару и электроталью транспортируется для разгрузки на железнодорожную платформу. Производительность участка – 3000 кг/ч. Все оборудование участка работает в автоматическом режиме.

На участке горячего брикетирования проводится улучшение технологических свойств брикетов из чугунной стружки для дальнейшего их использования в литейных цехах, что позволит значительно увеличить процент содержания «горячих» брикетов в металлозавалке вместо чугунного и стального лома.

Необходимо отметить, что, кроме пресса чеканочного производства Пинского завода «КУЗЛИТМАШ» и некоторых видов комплектующих, все остальное оборудование изготовлено на РУП «МТЗ».

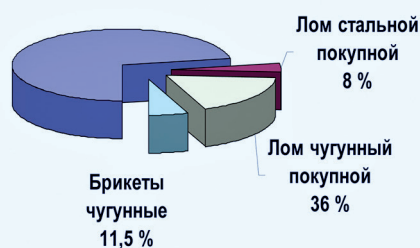
На рис. 5 приведены сравнительные шихтовки с использованием брикетов до и после внедрения технологии горячего брикетирования.

Благодаря внедрению линии горячего брикетирования увеличится использование брикетов от 8400 до 17 520 т/год = 9120 т/г; сократится потребность в покупном ломе: чугунном – с 33275 до 27855 т/год = 5420 т/г, стальном – с 6900 до 4680 т/год = 2220 т/г; капитальные затраты составили 1 524 362 тыс. руб.; срок окупаемости линии – 2,5 года.

Производственные мощности участка горячего брикетирования позволяют переработать 17 520 т чугунной стружки в год. Данные мощности рассчитаны на переработку чугунной стружки, образующейся на РУП «МТЗ», заводах-филиалах и РУП «Минский моторный завод».

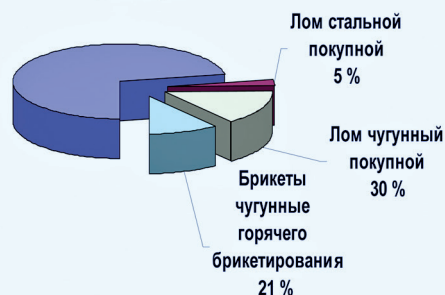
Показатели экономической эффективности линии горячего брикетирования показаны на рис. 6 и приведены в табл. 1, а расчеты экономии стоимости шихты – в табл. 2–4.

Суммарная доля чугунных брикетов в шихтовках по ЛЦ-1, 2 до внедрения "горячего брикетирования"



■ Остальные компоненты шихты
■ Лом стальной покупной
■ Лом чугунный покупной
■ Брикеты чугунные

Суммарная доля чугунных брикетов в шихтовках по ЛЦ-1, 2 после внедрения "горячего брикетирования"



■ Остальные компоненты шихты
■ Лом стальной покупной
■ Лом чугунный покупной
■ Брикеты чугунные горячего брикетирования



Рис. 6

Таблица 1. Показатели экономической эффективности внедрения линии горячего брикетирования при производстве 1 т годного чугунного литья

Показатель	Холодное брикетирование	Горячее брикетирование	Результат (+ – увеличение – – уменьшение)
Производительность линии горячего брикетирования, (т/ч)/т/год	–	3,0 17 520	–
Действительный годовой фонд времени работы оборудования (3-сменный режим, 5 дней в неделю), ч	–	5840	–
Стоимость брикетов холодного брикетирования, руб. за 1 т	138 800	–	–
Стоимость брикетов горячего брикетирования, руб. за 1 т	–	260 000	+ 121 200
Содержание в шихте чугунных брикетов по ЛЦ-1, 2, %	11,5	21	+ 9,5
Содержание в шихте чугунных брикетов по ЛЦ-1, %	3,5	6	+ 2,5
Содержание в шихте чугунных брикетов по ЛЦ-2, %	8	15	+ 7
Содержание в шихте покупного чугунного лома по ЛЦ-1, 2, %	36,6	30,1	– 6,5
Содержание в шихте покупного чугунного лома по ЛЦ-1, %	22,7	20,2	– 2,5
Содержание в шихте покупного чугунного лома по ЛЦ-2, %	13,9	9,9	– 4
Суммарный годовой расход лома чугунного покупного по ЛЦ-1, 2, т	33 275	27 855	– 5 420*
Стоимость лома чугунного покупного на январь 2009 г., тыс. руб.	670,03	670,03	–
Содержание в шихте покупного стального лома по ЛЦ-1, 2, %	8,2	5,2	– 3
Содержание в шихте покупного стального лома по ЛЦ-1, %	3,1	3,1	0
Содержание в шихте покупного стального лома по ЛЦ-2, %	5,1	2,1	– 3
Суммарный годовой расход лома стального покупного по ЛЦ-1, 2, т	6 900	4 680	– 2 220**
Стоимость лома стального покупного на январь 2009 г., тыс. руб.	223,5	223,5	–
Годовая экономия шихтовых материалов, тыс. руб.	–	619 240	619 240
Срок окупаемости, лет	–	2,5	–

* Что составляет 90 вагонов.

** Что составляет 37 вагонов.

Т а б л и ц а 2. Расчет экономии стоимости шихты при горячем брикетировании в ЛЦ-1

Наименование материала	Цена за 1 кг, руб. на 18.11.08 г.	Действующая			Новая			Отклонение по стоимости, тыс. руб.
		%	кг/т. г.	стоимость, тыс. руб.	%	кг/т. г.	стоимость, тыс. руб.	
Чугун тит. мед.	1620,03	3	43,48	70,44	3	43,48	70,44	0
Чугун переделный	1358,78	3	43,48	59,08	3	43,479	59,08	0
Чугун литейный Л3			0	0		0	0,00	0
Чугун литейный Л4	1317,17	31,15	451,46	594,65	31,15	451,46	594,65	0
Чугун литейный Л5			0	0		0	0	0
Лом стальной покупной 1А	637,93	3,1	44,93	28,66	3,1	44,93	28,66	0
Лом стальной собственный 2Б1	249,9	3,77	54,64	13,65	3,77	54,64	13,65	0
Лом чугунный покупной 17А	1275,07	22,7	328,99	419,49	19,2	278,27	354,81	-64,68
Брикеты чугунные холодного брикетирования	168,4	3,5	50,73	8,54		0	0	-8,54
Брикеты чугунные горячего брикетирования	179,7				7	101,45	18,23	18,23
Лом чугунный собственный	283,53	1,5	21,74	6,16	1,5	21,74	6,16	0
Возврат		25,3	366,67	0	25,3	366,67	0,00	0
Ферромарганец	5548,16	0,6	8,70	48,25	0,6	8,70	48,25	0
ФС45	3118,99	2,2	31,88	99,45	2,2	31,88	99,45	0
Ферросиликохром	7591,65	0,18	2,61	19,80	0,18	2,61	19,80	0
Металлозавалка		100,00	1449,3	1368,17	100,0	1449,3	1313,18	-54,99

Ориентировочный выпуск литья на 2009 г. – 70 000 т.

Экономия стоимости на выпуск – 54,99 · 70 000 = 3849300 тыс. руб.

Годовая потребность в брикетах – 101,45 · 70 000 = 7102,0 т.

Т а б л и ц а 3. Расчет экономии стоимости шихты ваграночного чугуна СЧ20 при использовании горячих брикетов в ЛЦ-2

Наименование материала	Цена за 1 кг, руб. на 18.11.08 г.	Действующая			Новая			Отклонение по стоимости, тыс. руб.
		%	кг/т. г.	стоимость, тыс. руб.	%	кг/т. г.	стоимость, тыс. руб.	
Чугун тит. мед.	1620,03	1,6	22,22	36,00	1,6	22,22	36,00	0
Чугун переделный	1358,78	9	125,00	169,85	8	111,112	150,98	-18,87
Чугун литейный Л3			0	0,00		0	0	0
Чугун литейный Л4	1317,17	29	402,78	530,53	29	402,78	530,53	0
Чугун литейный Л5			0	0		0	0	0
Лом стальной покупной 1А	637,93	5	69,45	44,30	3,1	43,06	27,47	-16,83
Лом стальной собственный 2Б1	249,9	7,7	106,95	26,73	5,7	79,17	19,78	-6,94
Лом чугунный покупной 17А	1275,07	13,92	193,33	246,52	10,92	151,67	193,39	-53,13
Брикеты чугунные холодного брикетирования	168,4	8	111,11	18,71		0	0	-18,71
Брикеты чугунные горячего брикетирования	179,7				16	222,22	39,93	39,93
Лом чугунный собственный	283,53	1,3	18,06	5,12	1,3	18,06	5,12	0
Возврат		22	305,56	0	22	305,56	0,00	0
Ферромарганец	5548,16	0,5	6,94	38,53	0,5	6,94	38,53	0
ФС45	3118,99	1,7	23,61	73,64	1,6	22,22	69,31	-4,33
Ферросиликохром	7591,65	0,28	3,89	29,52	0,28	3,89	29,52	0
Металлозавалка		100,00	1388,9	1219,45	100,0	1388,9	1140,56	-78,89

Ориентировочный выпуск ваграночного чугуна на 2009 г. – 53 000 т.

Экономия стоимости на выпуск – 78,89 · 53 000 = 4181170 тыс. руб.

Годовая потребность в брикетах – 222,22 · 53 000 = 11778 т.

Т а б л и ц а 4. Расчет экономии стоимости шихты чугуна СЧ20 при использовании горячих брикетов в СЛЦ

Наименование материала	Цена за 1кг, руб. на 18.11.08 г.	Действующая			Новая			Отклонение по стоимости, тыс. руб.
		%	кг/т. г.	стоимость, тыс. руб.	%	кг/т. г.	стоимость, тыс. руб.	
Лом стальной покупной 1А	637,93	23,85	326,72	208,43	23	315,08	201,00	-7,43
Лом стальной собственный 2А	249,9	34	465,77	116,39	34	465,77	116,39	0
Брикеты чугунные холодного брикетирования	168,4	15	205,49	34,60		0,00	0,00	-34,60
Брикеты чугунные горячего брикетирования	179,7				15,9	217,81	39,14	39,14
Возврат		21	287,68	0	21	287,68	0,00	0
Ферромарганец	5548,16	0,5	6,85	38,00	0,5	6,85	38,00	0
ФС45	3118,99	2,6	35,62	111,09	2,6	35,62	111,09	0
Графит измельченный	1654	3,05	41,78	69,11	3	41,10	67,97	-1,13
Металлозавалка		100,00	1369,9	577,62	100,0	1369,9	573,60	-4,02

Ориентировочный выпуск чугуна на 2009 г. – 1800 т.

Экономия стоимости на выпуск – $4,02 \cdot 1800 = 7236$ тыс. руб.

Годовая потребность в брикетах – $217,81 \cdot 1800 = 392$ т.