

*Технические науки***ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ВЫБОР
ПЛАВИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ
ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ**

Вагин Г.Я., Кузнецов И.А.

*Нижегородский государственный технический
университет им. Р.Е. Алексеева
Нижний Новгород, Россия*

В России на предприятиях более 1200 литейных цехов и производств. Литейные цеха являются наиболее энергоемкими по потреблению топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Они потребляют от 20 до 40 % ТЭР предприятий. Энергоемкость литья в РФ в 2-3 раза выше ведущих стран (Японии, Германии, США и др.). Это объясняется низкой загрузкой оборудования, которая в среднем составляет 30-50 %, моральным старением применяемых технологий, низкой степенью использования сырья, слабой автоматизацией технологических процессов [1-3]. Парк литейного оборудования в последние 15-20 лет практически не обновляется, средняя продолжительность его эксплуатации – 28-30 лет. Резко снизился объем производства новых литейных машин и оборудования. Для снижения энергоемкости литья необходима модернизация технологий и оборудования литейных цехов. Так как модернизация технологий и оборудования литейных цехов требует больших капиталовложений, то необходима методика выбора технологий и оборудования с учетом их ресурсо- и энергоэффективности. Данная методика позволит значительно сократить сроки окупаемости модернизации.

Как показано в [1] наиболее энергоемкими в литейных цехах являются плавильные участки. Они потребляют от 50 до 70 % всех ТЭР цеха. В качестве плавильных агрегатов в действующих литейных цехах применяются как пламенные (коксовые и газовые вагранки), так и электрические печи (дуговые, индукционные и др.). В некоторых публикациях [4] высказывается мнение, что применение электрической энергии в процессах плавки металлов невыгодно из-за ее высокой стоимости. Однако практика стран Евросоюза, США [5, 6] и исследования [2] показывают большие преимущества электрических печей перед пламенными. В первую очередь это КПД, у пламенных печей он не превышает 20 %, у электрических доходит до 95 %. Электрический нагрев имеет и другие преимущества: высокая надежность и малые выбросы вредных веществ при эксплуатации; высокие удельные мощности и температуры; высокие скорости нагрева; экономия сырья вследствие сокращения потерь от угара; возможность глубокой автоматизации; высо-

кая технологическая гибкость; возможность получения металлов высокой чистоты и ряд других.

В работе [6] утверждается, что самым перспективным направлением в литейных цехах в 21 веке является переход на плавку в индукционных печах средней частоты.

Комплексный анализ технических, экономических и экологических факторов позволяет выбрать вариант плавильных установок отвечающих требованиям как энерго- так и ресурсосбережения. При этом основным критерием выбора является себестоимость плавки 1 т. металла. Обязательными условиями при сопоставлении вариантов выбираемого плавильного оборудования должны быть: одинаковый химический состав выплавляемого металла; примерно одинаковая производительность; доступность в регионе выбираемых энергоносителей; одинаковое влияние на экологию. Все расчеты следует вести в удельных единицах (на тонну годного литья).

Проведем сравнение технологий ряда обследованных литейных цехов:

Вариант 1 – дуплекс-процесс: коксовая вагранка – дуговая печь переменного тока ДЧМ-10 (литейный цех производительностью 17 800 т в год серого чугуна СЧ-21, выход годного металла 57 %).

Вариант 2 – дуплекс-процесс: коксовая вагранка – дуговая печь переменного тока ДСН-3 (литейный цех производительностью 18 900 т в год серого чугуна СЧ-21, выход годного металла 49,5 %).

Вариант 3 – дуплекс-процесс: коксовая вагранка – дуговая печь постоянного тока ДППТ-12 (литейный цех производительностью 14 000 т в год серого чугуна СЧ-21, выход годного металла 45,6 %).

Вариант 4 – монопроцесс: индукционная тигельная печь (литейный цех производительностью 16 300 т в год серого чугуна СЧ-21, выход годного металла 51,5 %).

В таблице приведен расчет себестоимости плавки по вариантам.

Анализ таблицы позволяет сделать следующие выводы:

1. Наименьшие затраты имеет вариант с индукционной печью;

2. Утверждение авторов работы [4], о том, что дуплекс процессы: вагранка с другими печами является перспективным направлением для литейных цехов не подтверждается, подтверждается сделанный в [6] вывод, что перспективным направлением модернизации литейных цехов – это переход на индукционные печи.

Расчет эксплуатационных затрат

Критерий	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
Капитальные затраты				
инвестиции, млн. руб.	19,11	26,0	48,1	52,2
ставка кредита, %	18	18	18	18
срок кредита	60 мес.	60 мес.	60 мес.	60 мес.
Капитальные затраты в тыс. руб./т (выплавляемого металла)				
плата за кредит	0,11	0,1226	0,282	0,2977
инвестиции	0,1224	0,1362	0,3138	0,3308
Итого:	0,2324	0,2588	0,5958	0,6285
Стоимость металла (холодная загрузка) в тыс. руб./т				
загружаемый металл	3,5738	6,4983	5,0773	3,19826
потери металла, %	6 %	6 %	6,3 %	4,8 %
потери металла	0,214	0,39	0,32	0,15
чистый продукт, %	57 %	49,5 %	45,6 %	51,5 %
Итого:	2,1593	3,41	2,46	1,726
Эксплуатационные расходы в тыс. руб./т				
энергоноситель	0,964	1,0933	1,642	0,271
присадки	0,2974	0,4259	0,2127	0,4
футеровка	0,198	0,22	0,21	0,15
обслуживание	0,203	0,231	0,215	0,161
электроды	0,16	0,0341	0,016	-
Итого:	1,8224	2,004	2,2957	0,982
Обслуживающий персонал				
начальник участка	-	1	1	-
старший мастер	1	2	2	1
мастер	4	3	2	4
вагранщик	6	6	6	-
огнеупорщик	-	-	9	-
шихтовщик	2	-	7	5
шлаковщик	5	6	3	-
плавильщик	6	17	7	31
загрузчик	6	7	3	-
Затраты на обслуживающий персонал в тыс. руб./т				
Фонд заработной платы	373	388	352	320
Итого:	0,25	0,26	0,23	0,236
Полные затраты в тыс. руб./т				
ИТОГО:	4,4641	5,9328	5,5815	3,5725

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вагин Г.Я., Петрицкий С.А., Кузнецов И.А. Исследование энергопотребления литейных цехов. Сб. научн. Трудов "Актуальные проблемы электроэнергетики". Том 66. Н. Новгород. НГТУ, 2007. – С. 33-37.
- Ресурсо- и энергосбережение в литейном производстве: учебник для вузов / Г.Я. Вагин, В.А. Коровин, И.О. Леушин, А.Б. Лоскутов. Нижегород. гос. техн. ун-т. – Н. Новгород, 2008. – 211 с.
- Дибров И.А. Состояние и перспективы развития литейного производства в России // *Электротехнология*, 2000, №6. – С. 32-34.
- Грачев В.А. Выбор перспективных процессов плавки чугуна. // *Литейное производство*. 1996, №5. С. 20-25.
- Экономика в электроэнергетике и энергосбережение посредством рационального использования электротехнологии. Пер. с немецкого. Спб., Энергоатомиздат. 1998. – 368 с.

6. Мортимер Д.Х. Индукционная плавка: технологии будущего существуют сегодня // *Электротехнология*, 2002, №10. – с. 23-35.

Работа представлена на Международную научную конференцию «Перспективы развития вузовской науки», Сочи ("Дагомыс"), 21-24 сентября 2009 г. Поступила в редакцию 18.09.2009.

**СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ.
MES-СИСТЕМЫ**

Вершков А.Б., Бутенко Д.В.
*Волгоградский государственный
политехнический университет
Волгоград, Россия*

Одним из приоритетов развития экономики нашей страны в последние годы было развитие малого и среднего бизнеса. В последние годы