



*It is shown that influence of climatic factor on production processes is necessary to be taken into account at planning of enterprise work: to carry out correction of production schedules, and also to vary specific norms of raw and materials consumption.*

О. М. ГРУДНИЦКИЙ, А. И. РОЖКОВ, А. В. ФЕКЛИСТОВ, ОАО «БМЗ»

УДК 669.

## ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА УДЕЛЬНЫЙ РАСХОД ГРАФИТИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОДОВ

В сталеплавильном производстве ОАО «БМЗ» эксплуатируются три дуговые сталеплавильные печи переменного тока, оснащенные трансформаторами мощностью 95 МВА. Несмотря на одинаковую номинальную емкость и кажущуюся схожесть, агрегаты отличаются конструктивными особенностями, комплектацией оборудования и сортаментом выплавляемых сталей. Соответственно сталеплавильные агрегаты имеют различные среднестатистические уровни производственно-технологических показателей, в том числе и удельные расходы графитированных электродов.

В работе сталеплавильных агрегатов используются графитированные электроды номинальными диаметром 600 мм и длиной 2700 мм различных изготовителей. Несмотря на схожесть производственных процессов, изготовители электродов имеют различные сырьевые базы, используемое оборудование и технологию изготовления. Получаемые в результате изделия (графитированные электроды и соединительные ниппеля) полностью соответствуют стандартам качества материалов и унифицированы по геометрическим размерам, тем не менее, обладают различиями в эксплуатационных свойствах. У одних изготовителей, а это крупные международные специализированные компании, электроды обладают стабильными эксплуатационными свойствами при незначительных колебаниях в качественных показателях материала, из которого они изготовлены. У других, а это, как правило, компании, обладающие одним электродным заводом, либо компании, у которых изготовление электродов является не основным производством, эксплуатационные свойства электродов не стабильны и могут отличаться от партии к партии, а значения качественных показателей материала находятся в широких пределах. Впрочем, как и в большинстве правил, здесь возможны исключения.

В период с ноября по март одного из прошедших зимних периодов в сталеплавильном производстве ОАО «БМЗ» наблюдались рост количества поломок электродных свечей и превышение удельного расхода графитированных электродов над среднестатистическими значениями. Для выявления причин перерасхода был проведен анализ производственно-технологических показателей выплавки стали в указанный и предшествующий периоды. Так как на протяжении всего оцениваемого времени в эксплуатации находились электроды преимущественно одного изготовителя, изделия которого на протяжении многих лет показывали стабильные эксплуатационные свойства, результаты проведенного анализа можно считать свободными от влияния изменения эксплуатационных свойств электродов.

Динамика изменения количества поломок электродных свечей по сталеплавильным агрегатам в период с августа по март приведена на рис. 1, динамика изменения технологического (удельный расход, рассчитанный с вычетом массы электродов, потерянных в результате поломок) и фактического удельного расходов электродов (кг/т жидкого металла) на ДСП-1,2,3 – на рис. 2–4.

Перед оценкой рис. 1–4 необходимо сделать поясняющее отступление. Поломки электродных свечей – это бич электросталеплавильного производства. Каждая поломка влечет за собой простой сталеплавильного агрегата, энергетические потери, вероятность прерывания серийности МНЛЗ, срыв производственного задания. И это еще без учета потерь собственно графитированных электродов, поврежденных при поломке. Для целей их восстановления, а именно для замены сломанных соединительных ниппелей, предприятием специально закупается дополнительные ниппеля, резерв которых постоянно имеется в наличии. Благо-

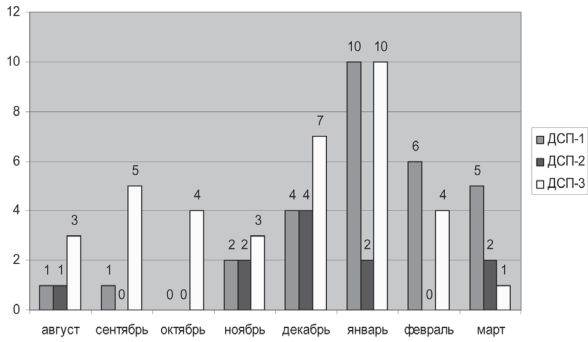


Рис. 1. Динамика изменения количества поломок электродных свечей по сталеплавильным агрегатам

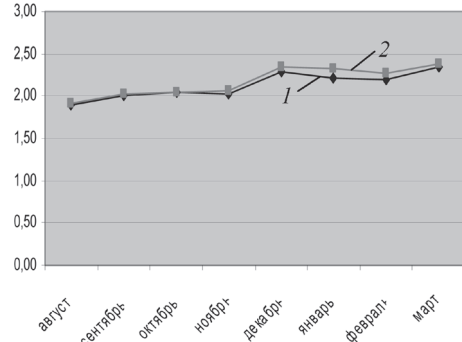


Рис. 2. Динамика изменения удельных расходов электродов на ДСП-1: 1 – технологический расход; 2 – фактический расход

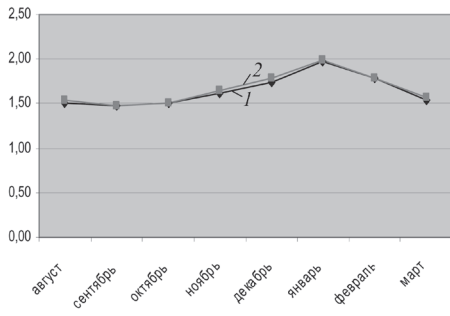


Рис. 3. Динамика изменения удельных расходов электродов на ДСП-2. Обозначения те же, что на рис. 2

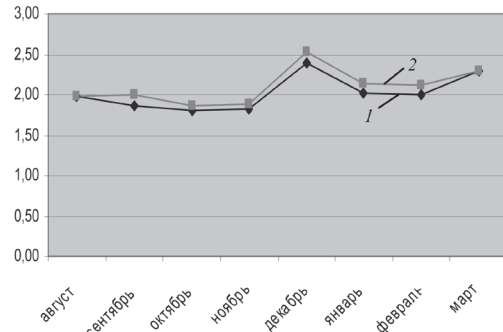


Рис. 4. Динамика изменения удельных расходов электродов на ДСП-3. Обозначения те же, что на рис. 2

даря усилиям технологического персонала удается существенно снизить потери электродов, приходящиеся на поломки электродных свечей. Так, за период с августа по март восстановлено 60% электродов, составлявших поломанные электродные свечи, что существенно снижает влияние указанных потерь электродов на их удельный расход.

Из рис. 1 видно, как происходит рост суммарного количества поломок электродных свечей в ноябре и декабре. Пик суммарного количества поломок приходится на январь, а затем в течение февраля и марта происходит снижение. Период высокого по сравнению со среднестатистическим уровня поломок электродных свечей четко совпадает с климатической зимой. График изменения количества поломок электродных свечей (рис. 1)

хорошо коррелируется с графиком среднесуточных температур.

Из рис. 2–4 следует, что при достигнутом технологическим персоналом показателе восстановления электродов после поломок потери от поломок электродных свечей повышают удельный расход электродов, но не оказывают основного влияния на уровень указанного расхода.

Далее на примере работы ДСП-2 показана зависимость удельного расхода электродов от других технологических показателей. На рис. 5 представлена динамика изменения удельного расхода электродов и электроэнергии (кВт·ч/т), на рис. 6 – динамика изменения удельного расхода электродов и длительности (минуты) плавки под током, на рис. 7 – динамика изменения удельного расхода

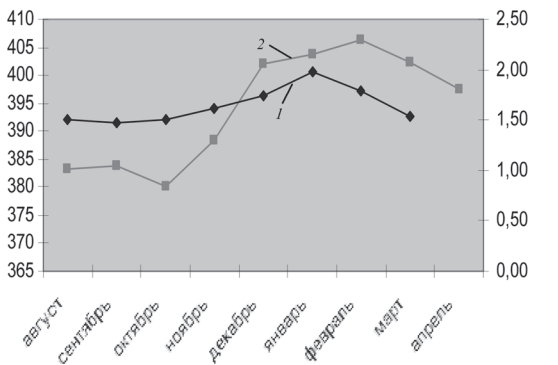


Рис. 5. Динамика изменения удельного расхода электродов (1) и электроэнергии на ДСП-2 (2)

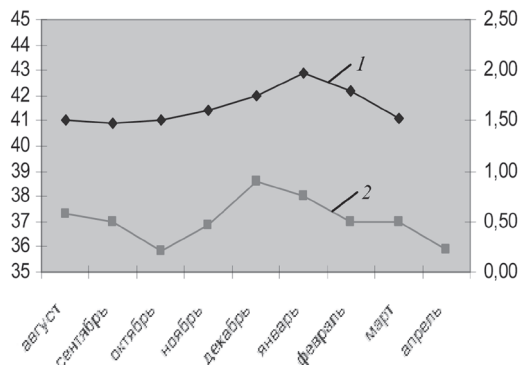


Рис. 6. Динамика изменения удельного расхода электродов (1) и длительности плавки под током на ДСП-2 (2)

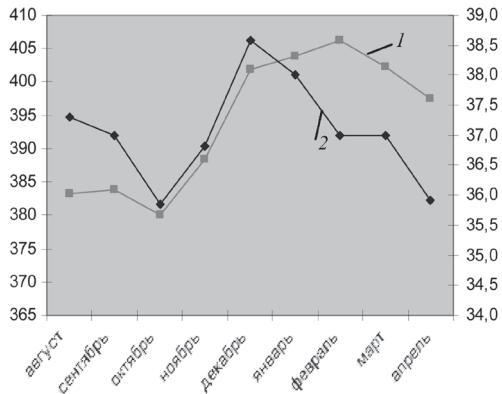


Рис. 7. Динамика изменения удельного расхода электроэнергии (1) и длительности плавки под током на ДСП-2 (2)

электроэнергии и длительности плавки под током, на рис. 8 – динамика изменения длительности плавки под током и вводимой мощности (расход электроэнергии в единицу времени, кВт·ч/мин).

Из рис. 5–8 следует, что с увеличением удельного расхода электроэнергии происходит увеличение расхода электродов и, наоборот, при снижении удельного расхода электроэнергии – снижение расхода электродов. То же наблюдается и при увеличении длительности плавки под током, так как эти показатели (удельный расход электроэнергии и длительность плавки) связаны друг с другом (см. рис. 7). Однако с января наблюдается разрыв указанной связи, обусловленный повышением вводимой мощ-

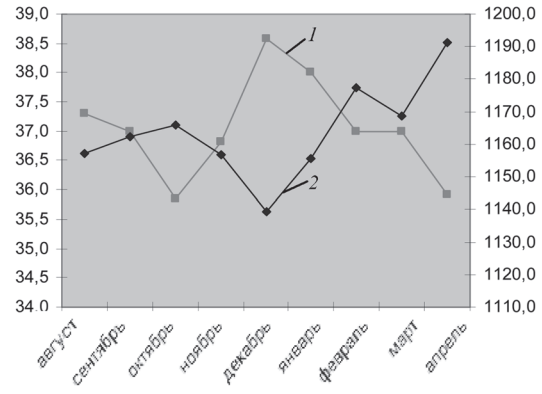


Рис. 8. Динамика изменения длительности плавки под током (1) и вводимой мощности на ДСП-2 (2)

ности. При повышении вводимой мощности происходит сокращение длительности плавки под током и наоборот (рис. 8).

На рис. 9 показана динамика изменения расхода электродов и выхода жидкого металла (в % от металлошихты) на ДСП-2, на рис. 10 – динамика изменения выхода жидкого металла и удельного расхода электроэнергии на ДСП-2, на рис. 11 – динамика изменения удельных расходов электроэнергии и кислорода (м<sup>3</sup>/т) на ДСП-2, на рис. 12 – динамика расхода электродов и удельного расхода кислорода на ДСП-2, на рис. 13 – динамика изменения длительности плавки под током и расхода кислорода в единицу времени под током (м<sup>3</sup>/мин) на ДСП-2.

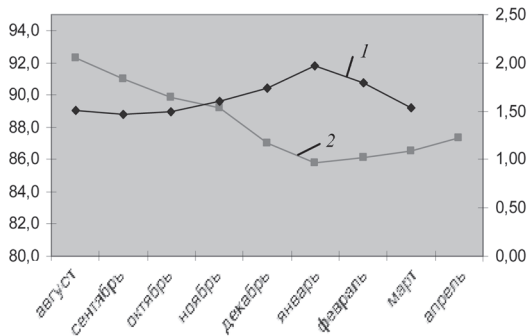


Рис. 9. Динамика изменения расхода электродов (1) и выхода жидкого металла на ДСП-2 (2)

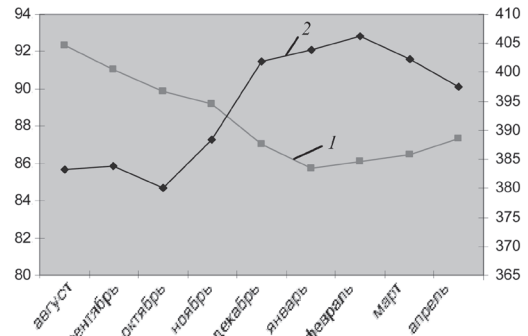


Рис. 10. Динамика изменения выхода жидкого металла (1) и удельного расхода электроэнергии на ДСП-2 (2)

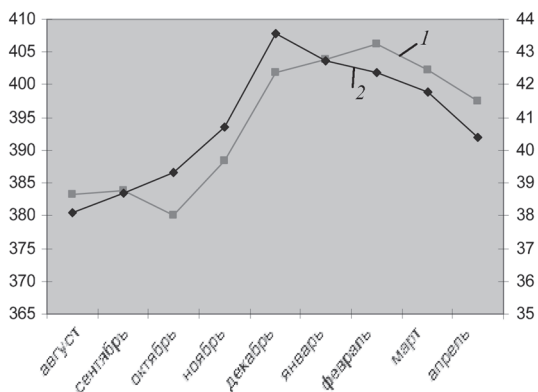


Рис. 11. Динамика изменения удельных расходов электроэнергии (1) и кислорода на ДСП-2 (2)

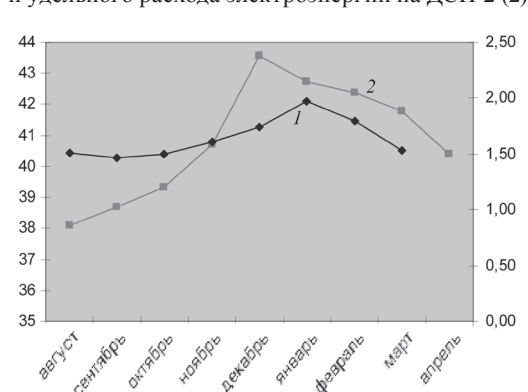


Рис. 12. Динамика изменения расхода электродов (1) и удельного расхода кислорода на ДСП-2 (2)

Рис. 10, 11 имеют схожесть между собой, что обусловлено установленной выше зависимостью расхода электродов от удельного расхода электро-энергии и общей зависимостью от выхода жидкого металла. С сентября по декабрь наблюдается повышение удельного расхода кислорода (рис. 12), которое вызвано не только снижением выхода жидкого металла, но и является следствием повышения объема использования кислорода с целью снижения удельного расхода электроэнергии, выразившееся в увеличении расхода кислорода в единицу времени (рис. 13). Негативное влияние повышения расхода кислорода на расход электродов из-за окисляющей способности кислорода несомненно. Однако выражение указанного влияния в количестве дополнительно окисленных граммов графита, приходящихся на кубический метр введенного кислорода, требует проведения дополнительного исследования.

Обобщенная оценка графиков позволяет сделать вывод о превышении удельного расхода электродов в период с ноября по март над среднестатистическими значениями. В указанный период в связи с высокой замусоренностью используемой металлошхты, в том числе поступающей из зимнего запаса, происходит снижение выхода жидкого металла, повышается удельный расход электроэнергии, увеличивается длительность плавки. Для обеспечения производственных показателей производится регулировка режимов работы трансформаторов (увеличивается вводимая мощность), повышается расход кислорода. Все указанные факторы негативно влияют на удельный расход графитированных электродов. Четкое выделение степени влияния каждого из приведенных факторов в условиях динамического процесса выплавки стали затруднено.

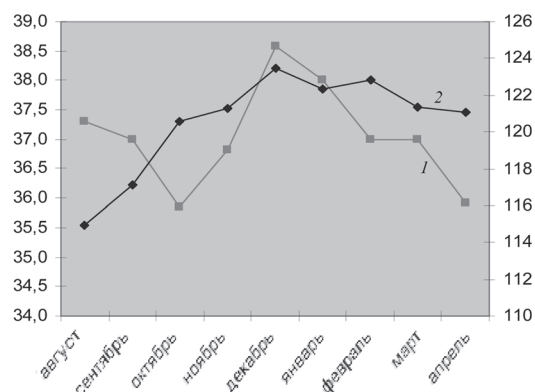


Рис. 13. Динамика изменения длительности плавки под током (1) и расхода кислорода в единицу времени под током на ДСП-2 (2)

В летний период, а именно с апреля по сентябрь, удельный расход графитированных электродов на сталеплавильных агрегатах в среднем снижается на 12% по сравнению с зимним периодом. Авторы располагают документально подтвержденными сведениями о 31%-ной «климатической» разнице в удельных расходах графитированных электродов на одном из российских предприятий, эксплуатирующих аналогичную ДСП. При этом использовались электроды одного и того же изготовителя, одной и той же марки. Поломки электродов в сравниваемые периоды отсутствовали.

Таким образом, из приведенного выше следует, что в реальных природных условиях влияние климатического фактора на производственные процессы несомненно и его необходимо учитывать при планировании работы предприятия: осуществлять корректирование производственных графиков, а также варьировать удельные нормы расхода сырья и материалов.