

## Перспективы развития рынка огнеупоров для сталеплавильного комплекса Украины

*Основной эффект в снижении удельного расхода огнеупоров достигается за счет создания новых видов огнеупорных материалов, технологических усовершенствований при их производстве, развития новых конструктивных схем футеровки технологических агрегатов, совершенствования условий эксплуатации и ремонта футеровки и т. п. На металлургических предприятиях Украины в этом плане в последние годы наблюдается достаточно устойчивая тенденция повышения стойкости футеровки конвертеров, дуговых сталеплавильных печей, сталеразливочных и промежуточных ковшей.*

**Ключевые слова:** огнеупоры, конвертер, сталеразливочный ковш, промковш, торкрет-масса, бетон, продувочный узел

Выплавка и разливка стали являются ключевыми элементами в системе технологий, обеспечивающих производство металлопродукции в условиях металлургических предприятий. Это объясняется тем фактом, что на стадии сталеплавильного передела формируется качество стальной заготовки (полупродукта), а также показатели энерго- и ресурсопотребления, определяющие в конечном счете как себестоимость, так и конкурентную цену продукции.

В последние два десятилетия в сталеплавильном производстве наблюдается устойчивый научно-технический прогресс в области интенсификации и совершенствования процессов выплавки стали, расширения функциональных возможностей агрегатов для внепечной обработки стали, а также совершенствования технологий непрерывного литья. К числу наиболее значимых достижений, вероятно, следует отнести сокращение периода выплавки стали в ДСП, бурное распространение комплексных технологий доводки стали в ковше на базе агрегатов ковш-печь, повышение удельной производительности МНЛЗ, в том числе за счет применения стратегии литья длинными и сверхдлинными сериями и т. д.

Реализация всех этих достижений вряд ли была бы возможна (или экономически целесообразна) без применения огнеупорных изделий высокой эксплуатационной стойкости, которые учитывали бы новую специфику работы агрегатов. По сути, ведущие производители огнеупорных изделий в мире благодаря интенсивному развитию науки и технологических процессов в области производства и эксплуатации огнеупоров достигли принципиально новых качественных и количественных показателей по стойкости и удельному расходу огнеупоров.

По оценкам различных экспертов удельный расход огнеупоров на производство 1 т металлопродукции за последние три десятилетия для заводов с полным циклом уменьшился в 4,5-5,0 раз – с 40-45 (1970 г.) до 8-10 кг/т (2009 г.). Уже сегодня достаточно очевидно, что эта цифра в ближайшее время будет уменьшена еще примерно в 1,5 раза.

Основными тенденциями развития огнеупорной промышленности в мире являются: увеличение сортамента огнеупорных изделий материалов, которые обеспечивают высокие показатели их стойкости в условиях работы современных металлургических агрегатов; расширение области применения огнеупорных наливных масс и бетонов, не требующих для формирования изделий и футеровок дорогостоящего оборудования, а также огнеупоров, обеспечивающих минимальный урон окружающей среде и не требующих специальных мер по утилизации; создание новых высокоэффективных видов огнеупорных материалов и изделий, а также огнеупорных систем, имеющих высокий потенциал в области обеспечения текущих ремонтов футеровки в процессе ее эксплуатации.

При этом основной эффект по снижению удельного расхода огнеупоров достигается за счет создания новых видов огнеупорных материалов, технологических усовершенствований при их производстве, развития новых конструктивных схем футеровки технологических агрегатов, совершенствования условий эксплуатации и ремонта футеровки и т. п.

В этом плане на металлургических предприятиях Украины в последние годы наблюдается достаточно устойчивая тенденция повышения стойкости футеровки конвертеров, дуговых сталеплавильных печей, сталеразливочных и промежуточных ковшей. Так, в 2009 г. наилучшие показатели стойкости футеровки конвертера плавок достигнуты в ОАО «Енакиевский металлургический завод» (5831 пл.) и ОАО «Азовсталь» (3804 пл.). Для сталеразливочных ковшей, работающих в технологическом цикле с агрегатом ковш-печь, средняя стойкость на ОАО «Алчевский металлургический комбинат» составила 81 пл., ОАО «Азовсталь» – 73 пл. Примечательно, что в условиях мини-металлургического завода ООО «Электросталь» рекордная стойкость футеровки ковша – 109 пл. Среднемесячная серийность при разливке на сортовой МНЛЗ из одного промковша на ООО «Электросталь» и ОАО «Енакиевский металлургический завод» составляет около 40 пл.

Между тем, все вышеперечисленные показатели по стойкости футеровки были достигнуты при использовании исключительно импортных огнеупоров, доля которых в общем объеме потребления возрастает из года в год. Так, в 2008-2009 гг. было использовано 97,9 и 108,7 тыс. т импортных огнеупоров соответственно. Удельный расход импортных огнеупоров достиг весьма внушительной цифры – 3,64 кг/т стали. Расширение объемов импорта, на наш взгляд, во многом определяется высокими эксплуатационными кондициями огнеупоров при конкурентных ценах.

В результате продолжающегося кризиса, а также нарастающей экспансии импортных огнеупоров отечественные огнеупорные предприятия по сравнению с 2008 г. снизили объемы производства на 43 %, а к стабильному 2007 г. выпуск продукции упал вдвое. Максимальное падение производства (в %) наблюдалось на Великоанадольском (60) и Часовярьском (50) огнеупорных комбинатах, а также Красногоровском (50) и Пантелеймоновском (50) огнеупорных заводах. Между тем, в 1-м квартале 2010 г. украинский рынок огнеупоров демонстрирует в целом достаточно уверенный подъем. В марте общий суммарный выпуск огнеупорной продукции в Украине составил порядка 54 тыс. т, что на 20 % выше февральского уровня производства. Возросли экспортные отгрузки – в марте было отгружено около 10 тыс. т, что на 30 % выше февральских поставок. При этом в сравнении с 1-м кварталом минувшего года производство огнеупоров возросло более чем на 50 % (до 142 тыс. т).

Объем производства огнеупоров увеличился вследствие выхода украинской металлургии на стабильный уровень производства, благодаря чему систематизировались и стабилизировались закупки огнеупорной продукции. Кроме того, не последнюю роль в подъеме огнеупорной отрасли сыграл сезонный фактор, обозначив серьезную потребительскую активность цементной, сахарной, химической и строительной отраслей промышленности. Вместе с тем параллельно с увеличением объемов производства в Украине растут и цены на огнеупорную продукцию. В частности, с начала 2-го квартала 2010 г. возросла стоимость шамотной продукции и периклазовых изделий.

Оценивая перспективы развития рынка огнеупоров для сталеплавильного комплекса Украины, можно предположить, что тенденция снижения удельного расхода огнеупоров на 1 т стали будет продолжать развиваться за счет повышения эксплуатационной стойкости футеровок конвертеров, сталеразливочных и промежуточных ковшей. Об этом свидетельствуют известные показатели стойкости футеровок в Европе, Японии, КНР и США, которые в 1,5-2,0 раза и более превосходят вышеприведенные рекордные показатели, достигнутые в Украине. Можно также отметить, что для большинства современных огнеупорных изделий и материалов в Украине (как и странах СНГ) отсутствуют соответствующие стандарты на продукцию (ряд существующих технических условий во многом уступает западным стандартам и нормативам).

Другим весьма важным для украинских огнеупор-

ных заводов фактором является неуклонное снижение объемов производства стали в мартеновских печах. Соответственно сократится также потребление огнеупорных набивных масс и шамотных формованных изделий для сталеразливочных ковшей.

Тенденции развития мирового рынка огнеупоров, видимо, в максимальной мере будут соответствовать требованиям потребителей в области повышения стойкости изделий, снижения трудозатрат на их обслуживание и утилизацию, а также соответствии технологическим построениям, обеспечивающим требуемое качество продукции. При этом на рынке огнеупоров Украины по-прежнему будут работать как крупнейшие транснациональные компании Dalmond, Calderys, Puyang, RHI, Vezuvis и т. п., так и сравнительно небольшие компании из Европы и Азии, специализирующиеся на определенной группе огнеупорных изделий. Дополнительную конкуренцию им составят различного рода посреднические структуры, обеспечивающие сервисные услуги в области эксплуатации огнеупоров, либо транспортировки и проплат за поставки.

Рассматривая проблему конкуренции на рынке огнеупоров в Украине (или Европе), можно предположить, что монополизации рынка в ближайшее время не произойдет. Однако по отдельным видам продукции тенденция монополизации рынка двумя компаниями все-таки просматривается (при этом цены на продукцию у этих фирм, как правило, оказываются практически одинаковыми).

Быстрое повышение объемов производства стали в мире за счет КНР и Индии влечет за собой увеличение объемов потребления всех видов сырья в металлургии. Соответственно следует полагать, что цены на огнеупорные изделия в мире будут расти. Определенные коррективы в эту тенденцию может внести изменение курса доллара США, евро и гривны, поскольку европейские импортеры предпочитают работать с евро, а азиатские – долларом США.

Спрос вырастет, прежде всего, на периклазоуглеродистые изделия (кирпич), наливные огнеупорные массы на базе  $Al_2O_3$ , теплоизоляционные материалы и высококачественные изделия для разлива металла (шиберные плиты, коллекторы и пр.), а на низкокачественные огнеупоры, а также изделия устаревших конструкций и концепций отпадет.

Для Украины эта тенденция будет иметь определяющее значение, поскольку многие металлургические предприятия производят реструктуризацию технологических циклов. Для сталеплавильного производства спрос на высококачественные огнеупоры для сталеплавильных ковшей и непрерывной разлива повысится, соответственно на шамотные изделия – уменьшится.

В этой ситуации украинские производители огнеупоров оказываются под давлением с двух сторон. Во-первых, в большинстве случаев они не всегда располагают конкурентоспособной продукцией (в сравнении с импортной), а во-вторых, для повышения ее конкурентоспособности необходимо произвести реконструкцию производства в условиях крайне ограниченных финансовых возможностей и

импортных видов сырья. При этом отечественным огнеупорным заводам приходится бороться за каждый крупный заказ с конкурентами из Китая, России и Европы. В этом случае конкуренты не только предлагают высококачественную продукцию, но также стремятся обеспечить соответствующее ее обслуживание. Для этого на рынке Украины (и всех стран СНГ) активно работает ряд представительств по продаже импортных огнеупоров. По организации и основной направленности деятельности их условно можно разделить на три группы: представительства, эксклюзивно работающие на конкретную огнеупорную фирму-производителя (обычно это крупные фирмы); посреднические фирмы, сотрудничающие с несколькими производителями огнеупоров на условиях купли-продажи; фирмы со смешанной стратегией, работающие на базе дилерских полномочий для одного или двух огнеупорных предприятий, а также закупок разнообразных видов огнеупорных изделий у других производителей, которые затем продаются металлургическим предприятиям под своей торговой маркой.

Практику эксклюзивно работающих представительств обычно используют крупные огнеупорные фирмы, объединяющие в своем составе десятки заводов, лабораторий и исследовательских групп. Представительства располагаются, как правило, в крупных городах (преимущественно в Донецке или Днепропетровске) в зависимости от стратегии фирмы на рынке Украины. В этом случае фирмы гарантируют соответствующее качество и стойкость своих огнеупоров, а также обеспечивают специалистов предприятий-потребителей всей необходимой научно-технической информацией и документацией. Обычно такие фирмы не работают с посредническими структурами. Более того, по мере достижения высоких результатов в бизнесе такие фирмы предпочитают создавать специализированные производства и бюро в каждом конкретном регионе.

Достаточно активно работают на рынке Украины и других стран посреднические фирмы по продаже огнеупоров из Западной и Восточной Европы, России, Юго-Восточной Азии. Большинство из таких фирм предпочитает использовать свою торговую марку при перепродаже огнеупоров (то есть фактически изменить страну происхождения товара), что позволяет им формировать цену с достаточно хорошей прибылью для себя. Это оказывается возможным за счет использования различного рода таможенных льгот (свободные экономические зоны, офшорные статусы и прочие) и закупки более дешевых огнеупоров из стран Юго-Восточной Азии, Турции, Восточной Европы и т. п., качество которых далеко от лучших показателей, но превышает украинские аналоги. Как правило, это такие производители, которые не в состоянии содержать представительские офисы и не имеют опыта работы в странах СНГ. Фактически в этом случае валютные платежи наших металлургов уходят на развитие огнеупорной промышленности (и только промышленности) стран третьего мира вместо того, чтобы способствовать инновационному развитию украинских огнеупорных предприятий.

Развитием стратегии посреднической деятель-

ности по продаже огнеупоров является смешанная стратегия импорта огнеупоров. В этом случае фирма (представительство) имеет регистрацию в какой-либо офшорной зоне, при этом у нее есть свое производство в странах третьего мира (например, в Китае, Индии, Турции и пр.). Как правило, это небольшое промышленное производство огнеупоров массового потребления (кирпичи, огнеупорные бетоны, торкрет-массы), базирующееся на местных сырьевых ресурсах. Однако такие фирмы ведут себя достаточно активно и по другим (непрофильным) видам огнеупоров, закупая их у других производителей и продавая в СНГ под своей торговой маркой. На территории СНГ работают несколько таких фирм, сформированных с помощью преимущественно российского капитала и менеджмента. Однако в ассортименте предлагаемой продукции этих фирм имеются изделия из Китая, России, Восточной Европы, Германии и др. Видимо, аналогичная стратегия может быть использована и другими фирмами, сотрудничающими с китайскими огнеупорными заводами, поскольку эти предприятия очень активно проникают на рынки Европы, США и Японии за счет сравнительно низкой цены и достаточно высокого качества.

В целом же судьба украинской огнеупорной промышленности для сталеплавильного производства лежит исключительно в плоскости проблемы ее скорейшего инновационного развития. Украинская металлургия ощущает жесткий дефицит высококачественных огнеупорных изделий, которые обеспечивали бы эксплуатационные показатели, соответствующие лучшим мировым аналогам. Решение этой проблемы представляется возможным только в случае привлечения соответствующих научных разработок и лицензионных ноу-хау. Научные разработки отечественных профильных институтов целесообразно сконцентрировать на создании огнеупоров со свойствами, соответствующими требованиям рынка (в данном случае рынка огнеупоров) и тенденциям развития металлургической технологии. Это позволит расширить спектр реализуемой продукции. В противном случае черная металлургия Украины станет полностью зависимой от импортных огнеупорных изделий, а огнеупорные предприятия полностью утратят свою конкурентоспособность.

#### *Современные огнеупоры для производства и разлива стали*

Достаточно трудно, на наш взгляд, выполнить обобщающий анализ современных тенденций развития мировой огнеупорной промышленности без акцентированного рассмотрения ситуации по конкретным технологическим агрегатам.

*Огнеупоры для футеровки конвертеров.* Последнее десятилетие примечательно возрастанием стойкости футеровки. Так, если на ряде заводов Западной Европы в начале 80-х годов прошлого века стойкость футеровки составляла 1000-1100 пл., то уже в начале 90-х она достигала 2500-2800. В настоящее время в мировой практике получены крайне высокие показатели стойкости футеровки конвертеров – на уровне 10000-5000 пл. На заводах КНР отмечаются

рекордные показатели – на уровне 20000-30000 пл. при условии проведения промежуточных ремонтов. Эти результаты базируются на применении высококачественных периклазоуглеродистых огнеупоров, которые дифференцировано учитывают условия функционирования различных зон футеровки. При этом произошло увеличение чистоты сырья для производства периклазоуглеродистых изделий (содержание примесей в магнезите снизилось в 2-3 раза, а графите – 5 раз). Поскольку разные зоны конвертера испытывают различные механические, тепловые и физико-химические воздействия, эти зоны футеруются огнеупорами, различающимися составом и технологией изготовления. На большинстве заводов мира для повышения стойкости футеровки применяются различные виды торкретирования, а также способ раздува шлака в кислородном конвертере, заключающийся во вдувании азота высокого давления через верхнюю кислородную или вспомогательную фурму с целью разбрызгивания шлака по футеровке. Существенную роль в повышении стойкости футеровки конвертеров играют современные способы контроля за ее состоянием.

В настоящее время такие результаты могут быть достигнуты при использовании продукции только нескольких ведущих производителей в мире.

*Огнеупоры для футеровки дуговых сталеплавильных печей.* В последние 10-15 лет дуговая сталеплавильная печь превратилась в высокопроизводительный сталеплавильный агрегат (цикл в современной ДСП составляет 40-42 мин). При этом все процессы рафинирования, легирования и доводки стали теперь вынесены в ковш (агрегат ковш-печь), что существенно изменило требования к огнеупорам для футеровки ДСП. Как правило, наиболее уязвимым местом в футеровке ДСП остается шлаковый пояс. Однако использование высококачественных периклазоуглеродистых изделий позволяет обеспечить его стойкость на уровне 1000 пл. и более.

*Огнеупоры для сталеразливочных ковшей.* В современных сталеплавильных цехах нагрузка на футеровку сталеразливочных ковшей значительно возросла вследствие расширения функциональных возможностей методов доводки стали в ковше. Принципиально важным этапом стало применение агрегатов ковш-печь, предполагающих не просто обработку и продувку стали, но также и ее подогрев. Обобщая накопленный в Украине и странах СНГ опыт эксплуатации агрегатов ковш-печь, следует отметить, что украинские производители попросту не готовы обеспечить металлургов необходимыми огнеупорами. Наиболее уязвимым элементом футеровки сталеразливочного ковша является шлаковый пояс, в котором используются периклазоуглеродистые огнеупоры с содержанием MgO **свыше 97 %**. Минимальная стойкость шлакового пояса составляет 45-80 пл. (в зависимости от условий работы ковша). В стенах и днище ковша используются две концепции футеровки: периклазоуглеродистый кирпич и высокоглиноземистые наливные массы, которые дают возможность осуществлять общий ремонт футеровки за счет ее многократной доливки.

Применение *кирпичной футеровки* рабочего слоя следует считать традиционной и наиболее рациональной технологией подготовки сталеразливочных ковшей к эксплуатации. Кирпичная футеровка на основе периклазографитовых изделий, вероятно, в связи с тяжелыми условиями эксплуатации и высокими требованиями к качеству металла, практически всегда рекомендовалась для агрегатов типа ковш-печь. Основным недостатком такой футеровки было принято считать ее недостаточную стойкость, которая обычно связывалась с локальным износом отдельных зон футеровки и необходимостью вывода из эксплуатации всего ковша.

Метод получения *наливных футеровок* с использованием высокоглиноземистых тиксотропных масс в последние два десятилетия первоначально получил распространение в Западной Европе и Японии. Основным преимуществом наливных футеровок принято считать высокую степень автоматизации процесса их изготовления и последующую подготовку ковшей к эксплуатации, а также возможность периодического ремонта футеровки за счет ее подливки после каждых 60-80 пл. По последним данным на нескольких металлургических заводах в США и Японии стойкость сталеразливочного ковша уже составляет 600-700 пл. (с периодическими ремонтами), что существенно снижает отходы с отработанной футеровкой. При этом удельные затраты на футеровку на тонну стали оказываются ниже, чем при кирпичной футеровке.

Основная научно-практическая разработка – создание огнеупоров с повышенной стойкостью. Это может быть достигнуто при использовании шпинелей, новых композиций антиоксидантов, а также различных добавок типа оксида циркония и т. п.

Определенные достижения отмечены в огнеупорах для разливки стали. Во-первых, стойкость шиберных плит сейчас достигает в мире 12-15 пл. (с ремонтами) при существенном уменьшении геометрических размеров плит. Кроме того, в мировой практике предпочтение отдается комбинированным плитам, в которых только центральная вставка (заменяется в процессе ремонтов) производится методом прессования.

*Огнеупоры для непрерывной разливки стали.* Основным объектом, требующим качественной футеровки, является промковш. Обычно футеровка промковша включает в себя изоляционный слой, наливной бетонный слой (стойкость до 1000-1500 пл.) и торкрет-слой, наносимый перед каждой серией. По сути, торкрет-слой вступает в контакт с жидкой сталью и от его стойкости зависит ритм работы промковша. В качестве торкрет-массы используется (в %), например, смесь на основе магнезита ( $MgO \approx 75-92$ ;  $SiO_2 < 5,0$ ;  $Fe_2O_3 < 1,5$ ;  $Al_2O_3 < 1,50$ ), в которой также имеются специальные добавки, обеспечивающие повышенные механические и теплоизоляционные свойства. Гранулометрический состав такой смеси колеблется в пределах 0,1-1,0 мм. Торкрет-покрытие промежуточных ковшей дает следующие эффекты: защиту от износа рабочего слоя футеровки и ее многократное использование, что сокращает расход огнеупоров;

заданную чистоту стали по неметаллическим включениям за счет исключения контакта стали с огнеупорами, содержащими оксиды алюминия и кремния; уменьшение потерь тепла металлом в промковше в силу специфики структуры торкрет-материала (при прогреве промковша нанесенный слой приобретает пористую структуру вследствие выгорания некоторых составляющих); беспрепятственное удаление остатков защитного покрытия после окончания разлива и охлаждения промковша и, следовательно, возможность быстрого оборота промковшей. Требуемая эксплуатационная стойкость покрытия промежуточного ковша при разливе длинными сериями (до 40-100 пл.) достигается посредством выбора соответствующей толщины покрытия и определенной технологии его подготовки к работе.

Крайне функционально важными огнеупорными изделиями для обеспечения непрерывной разлива стали являются защитная труба, стопор, стакан-дозатор и погружной стакан, которые обеспечивают дозирование стали в ходе литья и защиту ее от вто-

ричного окисления. Огнеупоры этого класса производятся методом изостатического прессования, что обеспечивает их высокую стойкость и прочность. В настоящее время в Украине отсутствует производство изостатических огнеупоров, а все изделия этого класса импортируются из Европы: основные поставщики – фирмы «Staverma» (Германия), «Vezuvius» (Бельгия) и компании Юго-Восточной Азии (преимущественно из КНР). При этом качество китайских изделий несколько уступает европейским.

Продукция предприятий по производству огнеупоров в СНГ (в том числе в Украине) во многом не соответствует этим тенденциям, что обусловило быстрое наращивание импорта огнеупоров в Россию, Украину, Казахстан, Беларусь и т. д. Возможно, только в последние годы обозначились вполне серьезные попытки создать отечественные аналоги импортным огнеупорам. Однако следует признать, что по большинству показателей получаемые отечественные аналоги уступают импортным прототипам, догоняя (а иногда и превышая) их в цене.

## Анотація

Смірнов О. М.

Перспективи розвитку ринку вогнетривів для сталеплавильного комплексу України

*Основний ефект у зниженні питомої витрати вогнетривів досягається за рахунок створення нових видів вогнетривких матеріалів, технологічних удосконалень при їх виробництві, розвитку нових конструкційних схем футерівки технологічних агрегатів, удосконалення умов експлуатації та ремонту футерівки тощо. На металургійних підприємствах України в цьому плані в останні роки спостерігається досить стійка тенденція підвищення стійкості футерівки конвертерів, дугових сталеплавильних печей, сталерозливних і проміжних ковшів.*

## Ключові слова

вогнетриви, конвертер, сталерозливний ківш, промківш, торкрет-маса, бетон, продувний вузол

## Summary

Smirnov A.

Prospects for refractory market development for steelmaking industry in Ukraine

*The main effect in reducing the specific consumption of refractories is reached by the creation of new types of refractory materials, technological improvements in their production, development of new structural patterns lining process units, improved operating conditions and lining repair, etc. In this regard, at Ukrainian metallurgical enterprises in recent years there has been quite stable tendency to increase the resistance of lining converters, electric arc steel furnaces, steel-teeming and tundish ladles.*

## Keywords

refractories, BOF, steel teeming ladle, tundish, gunning mass, beton, purging plug

Поступила 26.05.10