

УДК 669.168

**С.Г. ГРИЩЕНКО**, докт. техн. наук, профессор, член Совета директоров Украинская ассоциация производителей ферросплавов (УкрФА), г. Киев

**В.С. КУЦИН**, докт. техн. наук, генеральный директор

ПАО «Никопольский завод ферросплавов» (НЗФ), г. Никополь

**П.А. КРАВЧЕНКО**, генеральный директор, председатель Совета УкрФА

ПАО «Запорожский завод ферросплавов» (ЗЗФ), г. Запорожье

**В.С. СОЛОШЕНКО**, генеральный директор

ПАО «Стахановский завод ферросплавов» (СЗФ), г. Стаханов

**С.Л. КУДРЯВЦЕВ**, исполнительный директор, **Е.А. ВЛАСЮК**, заместитель исполнительного директора Украинская ассоциация производителей ферросплавов (УкрФА), г. Киев

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФЕРРОСПЛАВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ УКРАИНЫ

Проанализирована работа украинской ферросплавной промышленности в 2003–2012 годах как составной части горно-металлургического комплекса Украины. Приведены данные о состоянии ее сырьевой базы, в частности марганцевых руд, по разведанным запасам которых Украина занимает второе место в мире. Рассмотрены причины возросшего в последние годы импорта в Украину высококачественного марганцеворудного сырья и связанные с этим изменения в используемых технологиях выплавки ферросплавов. Представлены основные направления совершенствования техники и технологии производства ферросплавов.

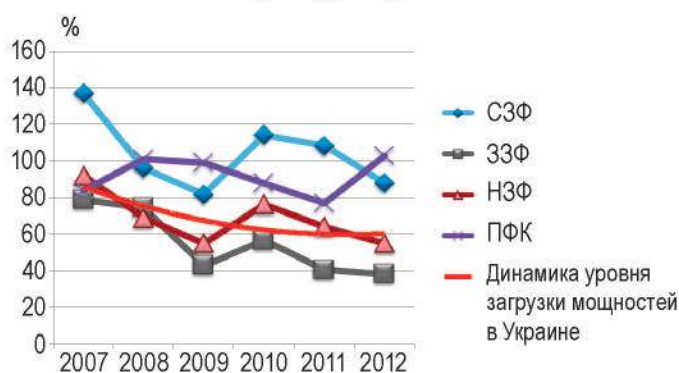
**Ключевые слова:** производство ферросплавов, сырьевая база, энергоэффективность, экологически чистые технологии, утилизация отходов производства.

Горно-металлургический комплекс (ГМК) в целом, и в частности ферросплавная промышленность, играют важную роль в экономике нашей страны. Украина занимает одно из ведущих мест в мире по производству и нешней торговле ферросплавами, прежде всего сплавами марганца.

По данным World Steel Association (WSA), в 2012 г. производство стали в мире составило 1,548 млрд т, что на 1,2 % превышает уровень 2011 г. Прошлый год по ряду причин оказался неблагоприятным для металлургической отрасли Украины: производство стали составило 32,9 млн т, что на 6,9 % ниже показателя за 2011 г. Этого, однако, оказалось достаточно для сохранения за Украиной десятого места в рейтинге (по итогам 2012 г.) мировых производителей металлургической продукции.

Еще более существенно – на 13,8 % – сократился за прошлый год объем производства украинских ферросплавов, при этом уровень использования производственных мощностей в ферросплавной промышленности составил только 54 %, что на 16,5 % ниже показателя для всего ГМК Украины. Наибольшее снижение производства произошло на Стахановском (СЗФ), Запорожском

(ЗЗФ) и Никопольском (НЗФ) заводах ферросплавов, в меньшей степени это коснулось Побужского ферроникелевого комбината (ПФК) (рис.1).



**Рисунок 1 – Динамика использования мощностей в ферросплавном производстве Украины в 2007–2012 гг.**

Отличительной особенностью украинской ферросплавной промышленности является ориентация на выпуск преимущественно марганцевых ферросплавов, что связано с наличием в Украине больших запасов марганцеворудного сырья.

Как показывает мировая статистика, по объемам глобального потребления марганец занимает четвертое место среди всех металлов, уступая только железу, алюминию и меди. По данным International Manganese Institute (IMnI), членами которого являются украинские предприятия, в прошлом году в мире было добыто более 30 млн т марганцевой руды. В целом мировой рынок сырья и марганцевых ферросплавов, по оценкам экспертов IMnI, в последние годы является относительно сбалансированным.

В то же время нельзя не отметить, что за последнее десятилетие в мировой ферросплавной промышленности произошли значительные изменения. Стремительная экспансия Китая, создавшего в конце 90-х огромные производственные мощности (более 10 млн т/год) и превратившегося в крупнейшего производителя и экспортера марганцевых ферросплавов, привела к массовой ликвидации ферросплавных предприятий в США и большинстве стран Европы. Западные страны стали существенно зависеть от импорта ферросплавов – прежде всего китайского производства. В свою очередь, китайские производители ферросплавов в значительной степени зависят от импорта марганцевой руды.

К настоящему времени месторождения марганцевых руд выявлены в 56 странах. Общие запасы марганца в мире, по состоянию на начало 2005 г., составляли 8,6 млрд т, подтвержденные запасы – 3,5 млрд т (рис. 2).

Наибольшие запасы марганца сосредоточены в Южно-Африканской республике (52 % общих запасов и 29,9 % – подтвержденных). В Украине, которая по запасам марганца занимает второе место в мире, сосредоточено 650 млн т разведанных и 630 млн т подтвержденных запасов марганца, что составляет соответственно 7,5 % и 18 % мировых запасов. Следующие места в мировом рейтинге разведанных запасов марганцевых руд занимают Казахстан, Габон и Бразилия.

В первую очередь именно мощная рудная база обусловила создание ферросплавной отрасли в Украине. Другим фактором было размещение в Донецко-Приднепровском регионе крупных металлургических предприятий, являющихся потребителями ферросплавов. Запасы марганцевых руд в Украине сконцентрированы в едином марганцеворудном бассейне, который включает в себя Никопольское (33 % разведанных запасов) и Большое Токмакское (67 %) месторождения.

Добыча руд Никопольского месторождения действующими Марганецким (МГОК) и Орджоникидзеvским (ОГОК) горно-обогатительными комбинатами ведется в основном на подготовленных еще в советское время участках, которые к настоящему времени практически исчерпаны. Подготовка к эксплуатации новых участков с запасами полезных ископаемых ведется в ограниченном объеме – прежде всего из-за сложностей, связанных с закреплением за предприятиями земельных участков после распаивания местными властями земель в пределах горных отводов. Опытно-промышленная шахта Таврического ГОК на Большом Токмакском месторождении сейчас законсервирована.

Динамика выпуска марганцевого сырья в Украине за последние годы приведена на рис. 3.

Выпуск марганцевых концентратов действующими Орджоникидзеvским и Марганецким ГОК в 2011–2012 гг. составил около 1,1–1,2 млн т в год при производственной мощности до 5 млн т. Таким образом, указанные комбинаты используют свои возможности только на 25 %. При нынешних темпах добычи марганцевых руд эти предприятия будут обеспечены запасами в течение 25–30 лет.

Вместе с тем последние десятилетия Украина в достаточном количестве импортирует марганцевое сырье. Основной причиной уменьшения производства данного сырья в нашей стране и одновременно его широ-

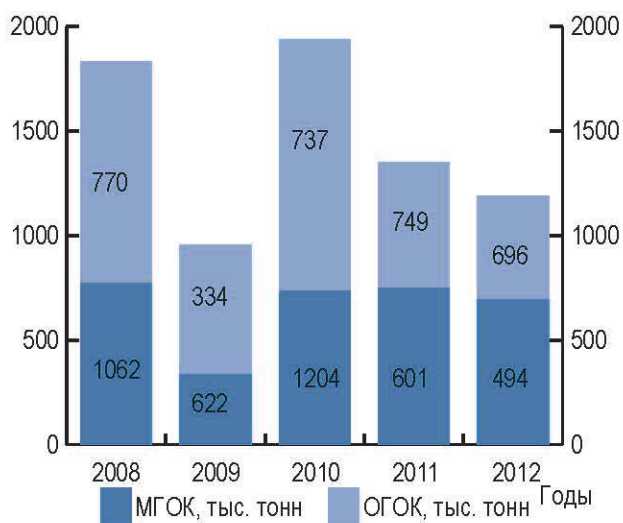
Географическая структура разведанных запасов марганца в мире



Географическая структура подтвержденных запасов марганца в мире



Рисунок 2 – Географическая структура разведанных и подтвержденных запасов марганца



**Рисунок 3 – Динамика выпуска марганцевого сырья в Украине в 2008–2012 гг.**

комасштабного импорта является неудовлетворительное технологическое качество концентратов из украинских руд (низкое содержание марганца и высокое содержание фосфора). Для уменьшения концентрации фосфора в свое время на ряде предприятий была реализована двухстадийная технология производства марганцевых ферросплавов с предварительной пирометаллургической дефосфорацией сырья и получением так называемого передельного малофосфористого шлака. Однако в условиях многократно возросшей стоимости электроэнергии использование такой энергозатратной технологии экономически не оправдано, что и обуславливает необходимость применения высококачественных импортных марганцевых руд в смеси с никопольскими концентратами.

В качестве сырья для производства кремнистых ферросплавов используются кварциты месторождений Украины – Овручского, Банического, Толкачевского, Васильковского и др. Их запасы составляют: общие – 179,7 млн т, подтвержденные – 173,1 млн т, в т.ч. разрабатываемые – 164,5 млн т. Овручское месторождение является основной сырьевой базой для производства кремнистых ферросплавов на Никопольском, Запорожском и Стахановском заводах ферросплавов. Годовой объем добычи кварцитов в Овруче составляет 2,3–2,5 млн т, из которых 1,5–1,8 млн т предназначены для ферросплавного производства.

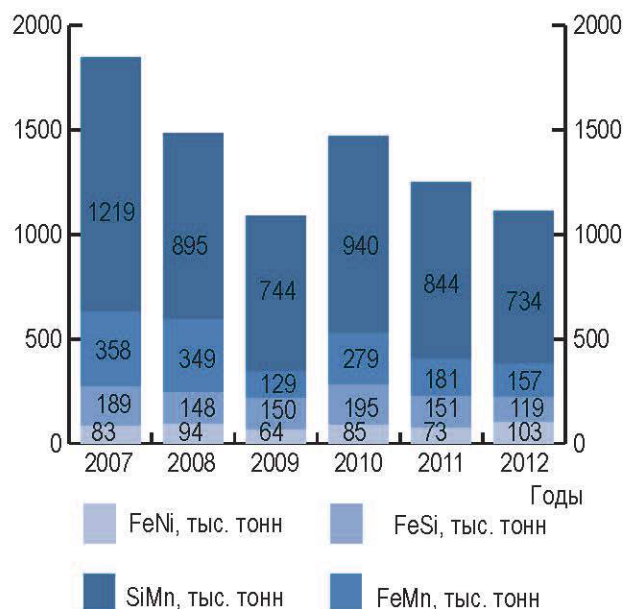
В ограниченном количестве Украина располагает запасами хромитового сырья, пригодного для производства хромистых ферросплавов: разведанные в районе Среднего Побужья запасы и прогнозируемые ресурсы хромитовых руд составляют от 50 до 170 млн т. Побужским ферроникелевым комбинатом в 2000–2004 гг. были добыты партии хромитовых руд Капитановского

массива и организовано их обогащение с получением концентратов, содержащих 45–46 %  $Cr_2O_3$ . Эти концентраты использовались для опытной выплавки высокоуглеродистого феррохрома в одной из рудотермических печей комбината с приемлемыми технико-экономическими показателями.

Сырьевой базой ПФК длительное время служили запасы «бедных» (содержание никеля в среднем 0,75 %) силикатных никелевых руд месторождений Среднего Побужья (остаток – 1,2 млн т руды, или 8000 т в пересчете на чистый никель). Однако несколько лет назад предприятие прекратило добычу «бедных» руд и полностью перешло на переработку высококачественных импортных руд (содержание никеля в среднем более 2 %) из Новой Каледонии и других стран.

Сырьем для производства ферротитана служат ильменитовые концентраты. Следует отметить, что Украина является одной из крупнейших титановых провинций мира. Ее минерально-сырьевой потенциал оценивается в 900 млн т ильменита и рутила, что соответствует 30 % выявленных мировых запасов. Сырьевая база титана Украины насчитывает более 40 месторождений, среди которых одно – уникальное, 13 крупных и 10 средних; 11 месторождений детально разведаны и переданы для промышленного освоения. Годовой выпуск ильменитовых концентратов действующими предприятиями составляет около 600 тыс. т.

Динамика производства основных видов ферросплавов (силикомарганец, ферромарганец, ферросилиций, ферроникель) в Украине в 2007–2012 гг. показана на рис. 4.



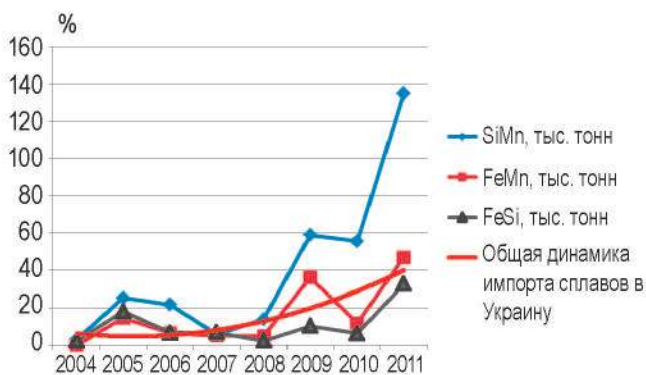
**Рисунок 4 – Динамика производства основных видов ферросплавов в Украине в 2007–2012 гг.**

В 2008–2009 кризисных годах ферросплавная отрасль, как и вся металлургическая промышленность Украины, значительно сократила объемы производства, однако в 2010 г. выпуск ферросплавов отечественными предприятиями почти достиг докризисного уровня. С 2011 г. данные показатели вновь значительно уменьшились, и эта же тенденция к сокращению производства сохраняется в 2013 г.

Следует отметить, что в посткризисные годы (2010–2012 гг.), в отличие от докризисного периода (2003–2007 гг.), возрастание объемов производства в ферросплавной отрасли, как и в ГКМ Украины в целом, не сопровождается улучшением финансово-экономических показателей работы предприятий. Это связано с тем, что цены на металлургическую (в т.ч. ферросплавную) продукцию не достигли докризисного уровня, а ее себестоимость превысила докризисные значения (в силу многократно возросших расходов на сырье, электроэнергию и логистику).

Для энергоемкой ферросплавной промышленности особое значение имеет стоимость электроэнергии. В 2010 г. тарифы на электроэнергию повышались четыре раза (всего на 30,9 %), в 2011 г. – восемь раз (на 21,4 %), в 2012 г. – четыре раза (на 10,8 %). С 1 января 2013 г. электроэнергия для промышленных потребителей подорожала на 1 %, с 1 марта – на 3,8 %, а до конца года, как ожидается, цена вырастет до 9,3 %. Дороговизна электроэнергии, безусловно, негативно сказывается на конкурентоспособности украинских ферросплавов на внутреннем и внешних рынках.

Политика государства в вопросе ценообразования на электроэнергию и искусственно созданная убыточность ферросплавных предприятий привели к почти полной остановке ЗЗФ и СЗФ в конце 2012 г. Только подписание специальных меморандумов на правительственном уровне позволило возобновить с марта 2013 г. выплавку ферросплавов на этих заводах.



**Рисунок 5 – Динамика импорта ферросплавов в Украину в 2007–2012 гг.**

Еще одним обстоятельством, которое не может не беспокоить ферросплавные предприятия и Украинскую ассоциацию производителей ферросплавов (УкрФА), представляющую корпоративные интересы отрасли, является существенное увеличение импорта ферросплавов в Украину (рис. 5). В докризисный период он не превышал 15–20 тыс. т в год, что соответствовало доле внутреннего потребления (5–7 %). С 2009 г. импорт ферросплавов начал стремительно возрастать: если в 2009 г. он составил 105 тыс. т, то к 2012 г. удвоился, достигнув 215 тыс. т. По итогам прошлого года на внутреннем рынке доля импортированных силикомарганца, ферромарганца и ферросилиция составила более половины – 54 %. Такое положение нельзя признать нормальным, и в этой связи не исключено принятие специальных мер, предусмотренных нормами ВТО, для защиты интересов украинских товаропроизводителей.

Все изложенное выше касалось главным образом производства массовых видов марганцевых и кремнистых ферросплавов. Выпуск рафинированных марганцевых сплавов в Украине относительно невелик. Например, в 2012 г. ЗЗФ произвел 15 тыс. т металлического марганца и среднеуглеродистого ферромарганца.

Что касается других видов ферросплавов, можно отметить относительно стабильную работу ПФК, на котором в прошлом году произведено свыше 103 тыс. т ферроникеля из импортного никельсодержащего сырья. Еще около 50 тыс. т ферроникеля суммарно получено различными предприятиями путем переплава никельсодержащих отходов. Всего в Украине в прошлом году выплавлено около 20 тыс. т ферроникеля (в пересчете на никель) различных марок – как «бедного», так и «богатого».

В 2012 г. украинскими предприятиями произведено 1,5 тыс. т «богатого» ферротитана (с содержанием 70 % титана) – путем переплавки различных видов титаносодержащих отходов. На вновь введенных мощностях алюминотермическим способом с использованием ильменитовых концентратов украинского производства произведено 2 тыс. т ферротитана с базовым содержанием титана 35 %.

В ограниченных количествах периодически (по мере возникновения потребности и обеспечения сырьем) велась выплавка ферромolibдена, феррованадия, феррониобия и других ферросплавов «малой группы», главным образом на мощностях Донецкой химико-металлургической фабрики, действующей в составе Мариупольского металлургического комбината им. Ильича.

Практически все предприятия ферросплавной отрасли Украины системно проводят техническое перевооружение и модернизацию, целью которых является обеспечение достаточной конкурентоспособности про-

дукции и расширение ассортимента путем эффективно-го использования энергии, внедрения новейших экологически чистых технологий, переработки и утилизации накопленных отходов производства.

Для повышения энергоэффективности проведены работы по оптимизации конструкции рудовосстановительных электропечей. Так, на ПФК были изменены геометрия и конструкция РТП-1 с переходом на ванну прямоугольной формы с подпружиненными стенками и обратноарочной подиной. При реконструкции печей на ряде предприятий применен так называемый глубокий ввод высокого напряжения непосредственно к печным трансформаторам, построены современные электрокомпенсационные установки, используется система многозонных тарифов, позволяющая минимизировать затраты на электроэнергию в пределах суток и др. Ферросплавные печи, в т.ч. для переплава отходов ферросплавного производства, переводят на работу на постоянном токе. Эти мероприятия привели к снижению удельного расхода электроэнергии при выплавке ферросплавов на 8–10 %.

Обеспечивается рациональное использование вторичных энергоресурсов путем утилизации тепла отходящих газов закрытых и полужакрытых рудовосстановительных печей. На Побужском ферроникелевом комбинате, например, реализован предварительный подогрев (до 280–300 °С) воздуха, подаваемого для сжигания топлива в обжиговые вращающиеся трубчатые печи. Проводится частичная замена природного газа, вдуваемого в эти печи, пылеугольным топливом как более дешевым энергоносителем.

На всех ферросплавных предприятиях осуществляются те или иные способы переработки отвалных шлаков ферросплавного производства с получением из них дополнительной (побочной) продукции. На НЗФ, например, внедрена технология выделения из шлаков различных фракций металлоконцентрата с помощью модуля кусковой сортировки (МКС). Сутью этой технологии является сортировка кускового материала (шлака фракций 10–20, 20–40 и 40–70 мм) с использованием электронной сенсорики. Специальные датчики анализируют шлак в общем потоке, и методом воздушной сепарации из него выделяются куски, обогащенные металлическими корольками. Производительность установки, в зависимости от фракции обрабатываемого шлака, по исходному питанию составляет от 12 до 40 т/час, при этом из шлака может быть выделено 3–4 % шлакометаллической смеси (ШМС), которая содержит примерно 50 % металлофазы (содержание марганца в ШМС определяется заданием соответствующего параметра в МКС). Использование ШМС наряду с оборотными отходами производства по-

ложительно влияет на показатели плавки, способствует росту сквозного извлечения хрома и снижению расхода первичной руды.

После извлечения из шлаков металлической составляющей продукцию шлакопереработки используют в качестве заполнителей в производстве бетонов; пыли и шламы ферросплавного производства применяют в качестве вяжущих материалов при изготовлении цемента, шлаковый щебень – в дорожном строительстве.

Произведена реконструкция большинства ферросплавных электропечей с установкой на них современного оборудования для газоочистки и пылеулавливания. Большая часть уловленной колошниковой пыли и шламов возвращается на окускование и последующий переплав.

Реализованы различные способы окускования мелких фракций ферросплавов, образующихся при их дроблении и сортировке, – путем брикетирования или агломерации, окатывания для переплава в специализированных электропечах (дуговых или индукционных).

Определенную роль в развитии ферросплавной промышленности Украины призвана сыграть созданная в 1994 г. УкрФА, которая объединяет все ферросплавные предприятия Украины, горно-обогатительные комбинаты, специализирующиеся на добыче и обогащении ферросплавного сырья, научно-исследовательские и проектные организации ферросплавной подотрасли. Ассоциация тесно взаимодействует с Верховной Радой, Правительством Украины, профильными министерствами и ведомствами.

УкрФА активно развивает международное сотрудничество, участвуя в Международных ферросплавных конгрессах ИНФАКОН и конференциях Международного института марганца, взаимодействует с Европейской ассоциацией производителей ферросплавов (Евроальяж), Международным союзом металлургов СНГ, родственными организациями в России, Казахстане, Китае, Македонии и других странах мира. Организован Международный клуб электрометаллургов, на протяжении пяти лет проводится организованная Ассоциацией ежегодная научно-техническая конференция; очередную конференцию планируется провести осенью 2013 г. в Брюсселе (совместно с Евроальяж).

На Международном ферросплавном конгрессе ИНФАКОН-2013, состоявшемся в июне 2013 г. в г. Алматы, Республика Казахстан, принято важное решение о проведении очередного конгресса ИНФАКОН-2015 в Украине, в г. Киеве, с возможностью организации также так называемого технического тура на один или несколько ферросплавных заводов Украины.

Таким образом, решив вопросы технического перевооружения и модернизации, энергоэффективности,

ресурсосбереження, розвивая міжнародные связи и сотрудничество, ферросплавная промышленность

Украины будет и в дальнейшем занимать одно из ведущих мест в мировом ферросплавном сообществе.

*Поступила в редакцию 17.07.2013*

Проаналізовано роботу української ферросплавної промисловості за 2003–2012 роки як складової частини гірничо-металургійного комплексу України. Наведено дані щодо стану її сировинної бази, зокрема марганцевих руд, за розвіданими запасами яких Україна посідає друге місце у світі. Розглянуто причини зростання в останні роки імпорту в Україну високоякісної марганцеворудної сировини і пов'язані з цим зміни у використовуваних технологіях виплавки феросплавів. Надано основні напрями вдосконалення техніки і технології виробництва феросплавів.

Analysis of ferroalloy industry state in Ukraine during 2003–2012 as a part of the mining and steel complex of Ukraine is performed. Data on raw material base, in particular, manganese ore, on which reserves Ukraine is the second largest in the world, are given. Reasons for the increased, in recent years, import into Ukraine of high-quality manganese ore raw materials and changes in ferroalloys smelting practices, connected with it, are considered. The basic directions aimed at improving facility and technology of ferroalloys production are given.