

*д.т.н. Смирнов А.Н.
(ГВУЗ «ДонНТУ», г. Донецк, Украина),
к.т.н. Куберский С.В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина),
Шутов И.В., Спиридонов Д.В.
(ОАО «АЗОЦМ», г. Артемовск, Украина)*

КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ МИКРО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВОДОВ: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Проведена оцінка конкурентоспроможності мікро металургійних заводів і запропоновано основні підходи до вибору ефективної технологічної схеми виробництва металопродукції, а також обладнання для її реалізації.

***Ключові слова:** мікро металургійний завод, мінімізація витрат, стратегія спеціалізації, побудова, плавильний агрегат і розливний ківш малої одиничної потужності.*

Произведена оценка конкурентоспособности микро металлургических заводов и предложены основные подходы к выбору эффективной технологической схемы производства металлопродукции, а также оборудования для ее реализации.

***Ключевые слова:** микро металлургический завод, минимизация издержек, стратегия специализации, построение, плавильный агрегат и разливочный ковш малой единичной мощности.*

В последние десятилетия в мировой металлургии достаточно четко обозначилась тенденция применения микро металлургических заводов (годовой объем 5-50 тыс. т продукции) для производства металлопродукции небольшими партиями. Эти заводы обычно ориентированы на производство заготовок из легированных сталей, а также цветных сплавов и снабжают металлопродукцией предприятия определенного промышленного региона [1,2].

Микро-заводы могут успешно решать проблемы рационального снабжения металлопродукцией так называемых «неметаллургических» регионов, используя региональный ресурс металлолома. С другой стороны, в рамках микро-завода удастся сконцентрировать внимание на нуждах одного сегмента рынка или конкурентной группы покупателей

(без стремления охватить весь рынок) с целью удовлетворения потребностей выбранного целевого сегмента определенной металлопродукцией лучше, чем конкуренты. В этом случае завод должен иметь высокоспециализированное производство и качественный маркетинг, для того чтобы стать лидером в своей области.

Поэтому основной целью данной работы было оценить конкурентоспособность микро металлургических заводов в условиях современного состояния отечественной и мировой металлургической отрасли, а также предложить основные подходы к выбору эффективной технологической схемы производства металлопродукции и оборудования при использовании агрегатов для плавки металлов небольшой единичной емкости.

Предпосылками для распространения и успешного функционирования микро металлургических заводов является наличие в регионе устойчивых источников металлолома легированных сталей и цветных сплавов, что, как правило, связывается с крупными и металлоемкими машиностроительными предприятиями. Также весьма важным фактором является наличие в регионе источников вторичных ресурсов и металлургических отходов, которые можно использовать в определенных количествах в технологическом цикле выплавки, внепечной обработки и разливки металла.

Основной составляющей стратегии микро завода является минимизация издержек производства и реализации своей продукции. Такие заводы должны иметь рациональную организацию производства, современную технологию, оптимальную систему распределения продукции, жёсткий контроль над производством и сбытом, стабильные инвестиции, высокую техническую компетентность персонала и стандартизованную продукцию. Кроме того, необходим тщательный контроль за постоянными расходами, инвестиции в производство, всесторонняя проработка эффективности производства новых видов продукции, пониженные сбытовые издержки и т.п. Таким образом, лидерство за счёт экономии на издержках дает надёжную защиту потому, что первыми на себе действие конкурентной борьбы испытывают наименее эффективные фирмы. При этом наиболее опасными конкурентами для микро заводов являются действующие металлургические заводы с большими объемами производства, поскольку они, как правило, имеют несколько меньшие удельные затраты на тонну металлопродукции, но выпускающие и реализующие эту продукцию большими партиями.

Низкие издержки при производстве металлопродукции на микро заводах, прежде всего, достигаются за счет: использования металлолома данного экономического района, что исключает нерациональные перевозки на большие расстояния; потребления значительной части проката (или заготовки) непосредственно в районе его производства (то есть в

индустриально-территориальном комплексе); возможности согласования работы основных технологических агрегатов и снижение энергозатрат; использования технологии непрерывной разливки металла, небольших площадей, требующихся для размещения оборудования, величина которых примерно в 8-15 раз ниже, чем для традиционных металлургических заводов; сравнительно коротких сроков проектирования и строительства микро-завода; сравнительно низкой стоимости завода и возможности его модернизации и т.п. Благодаря высокой гибкости производства на таких предприятиях изготавливается продукция небольшими партиями в зависимости от нужд потребителей внутри региона, а также на внешнем рынке.

Говоря о стратегии специализации в производстве продукции необходимо отметить, что она позволяет добиться высокой доли рынка в целевом сегменте, но всегда ведет к малой доле рынка в целом. Стратегия специализации может опираться как на дифференциацию (фиксация определённого сегмента рынка), так и на лидерство по издержкам, либо на то и на другое, но только в рамках целевого сегмента.

В мировой металлургической практике большое распространение получили мини металлургические заводы с объемами производства в диапазоне 80-1500 тыс. т стали в год и более. Современное построение мини металлургических заводов для производства металлопродукции из качественных сталей предполагает наличие высокопроизводительного сталеплавильного агрегата (дуговой сталеплавильной печи), обеспечивающего, как правило, выплавку железоуглеродистого полупродукта. В дальнейшем эта сталь подвергается комплексной доводке непосредственно в ковше (продувка аргоном, рафинирование, легирование, вакуумирование, подогрев и пр.), что обеспечивает достижение требуемых кондиций металла по химическому составу и температуре. Разливка стали осуществляется на высокопроизводительных машинах непрерывного литья на заготовки, сечение которых максимально приближено к сечению готовой продукции (с учетом прокатки заготовки). Такая схема (рисунок 1) может рассматриваться как весьма универсальная, поскольку позволяет осуществлять выплавку и разливку стали по модульной схеме. При этом производительность модуля определяется емкостью плавильного агрегата, временем выплавки металла и его выпуска в ковш.

Между тем, рассмотренная на рисунке 1 схема построения сталеплавильного модуля имеет определенные технологические и функциональные ограничения, которые, прежде всего, проявляются при уменьшении единичной мощности плавильного агрегата и соответственно вместимости разливочного ковша. Лимитирующим звеном при этом является конфигурация (диаметр) разливочного ковша, которая приобретает ре-

шающее значение при организации технологии подогрева металла электрическими дугами. В целом при уменьшении вместимости (и диаметра) ковша наблюдается повышенный износ футеровки рабочего слоя за счет ее выгорания в области дуг, а также увеличиваются удельные тепловые потери, что ограничивает время пребывания металла в ковше. Как показывает практика, подогрев металла в ковше электрическими дугами представляется затруднительным уже для ковшей вместимостью 12-15 тонн и менее [3,4].

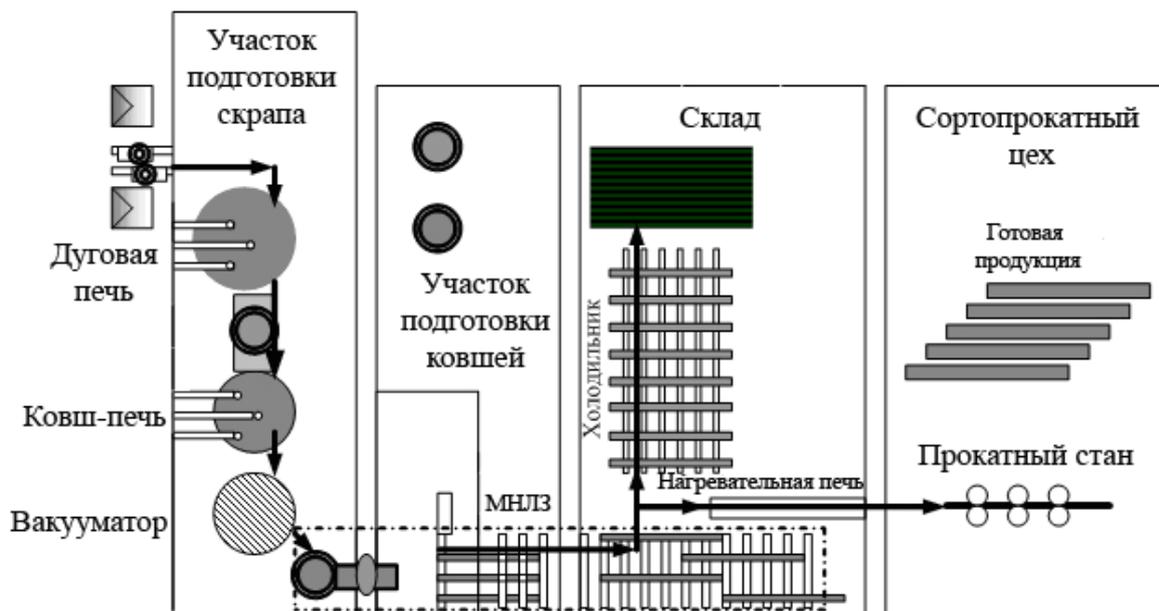


Рисунок 1 – Схема современного мини металлургического завода для производства длинномерного проката

В металлургической практике широкое применение концепция микро металлургических заводов получила для заводов по обработке цветных металлов [5,6]. Технологическая структура таких заводов предполагает переработку цветного лома и его переплав в специализированных цехах с получением заготовки высокого качества, которая затем перерабатывается до конечной продукции методами обработки металла давлением (прокатка, прессование и пр.).

Весьма успешно концепция построения микро металлургических модулей реализована на ОАО «Артемовский завод по производству цветных металлов» (ОАО «АЗОЦМ»), что позволило предприятию в кратчайшие сроки провести серьезную модернизацию технологического цикла выплавки и разлива меди и ее сплавов [7]. Важнейшим элементом реконструкции стало сооружение на предприятии рафинирующей

отражательной печи вместимостью 120 т, которая обеспечивает до 120-150 т жидкой рафинированной меди в сутки.

На ОАО «АЗОЦМ» для получения рафинированной меди применяют разнообразное вторичное медное сырье. Содержание меди во вторичном сырье колеблется в широких пределах. При этом состав вторичного медного сырья также весьма разнообразен. Например, стружка содержит механические примеси железа, оксидов кремния, алюминия, которые накапливаются в ней при механической обработке, сборе и хранении. Медная стружка может содержать до 10% землистого засора и до 15% стальных присадок. Крупный лом представлен отработанными автомобильными и тракторными радиаторами, корабельными винтами, теплообменниками, различными трубами. Крупный лом засорен черными металлами до 50%, а лом теплообменного оборудования накипью (карбонатами металлов).

Рафинирующая печь оснащена двумя горелками, работающими на воздушно-газовой смеси или дополнительной кислородной для ускорения расплавления лома. Выше уровня зеркала расплава расположены пять дутьевых фурм. В задней стенке печи вмонтированы продувочные фурмы, которые во время плавки посредством наклона печи погружаются под зеркало и в них подается воздух или газ в зависимости от протекания того или иного технологического процесса. В процессе рафинирования меди используются специальные флюсы. Загружаемые флюсы при расплавлении взаимодействуют с расплавом и образующиеся в результате химической реакции продукты взаимодействия переходят в шлак. Шлак после каждой присадки флюса подлежит удалению с поверхности расплава через шлаковое окно. Удаление шлака производят специальными скребками.

Из печи огневого рафинирования жидкий металл в зависимости от производственной программы и назначения поступает на одну из линий по производству медной продукции (рисунок 2).

В связи с тем, что завод изготавливает свыше 50 марок медных сплавов на практике реализована оригинальная технология передачи жидкой меди из печи по специальным желобам (рисунок 3). В этих желобах созданы все условия для минимизации негативных факторов воздействия на расплав. Стабильность температуры расплава обеспечивается с помощью работы газовых горелок, которые расположены в съемных крышках желобов, и оптимального подбора необходимых футеровочных материалов. Для предотвращения насыщения меди газами установлено ограничение по содержанию СО в атмосфере желобов в пределах 2,5-3,5 %. Это обеспечивает дополнительный экономический эффект за счет энергосбережения вследствие исключения цикла охлажде-

ния меди (в слитках) и ее последующего расплавления (на участке производства сплавов).

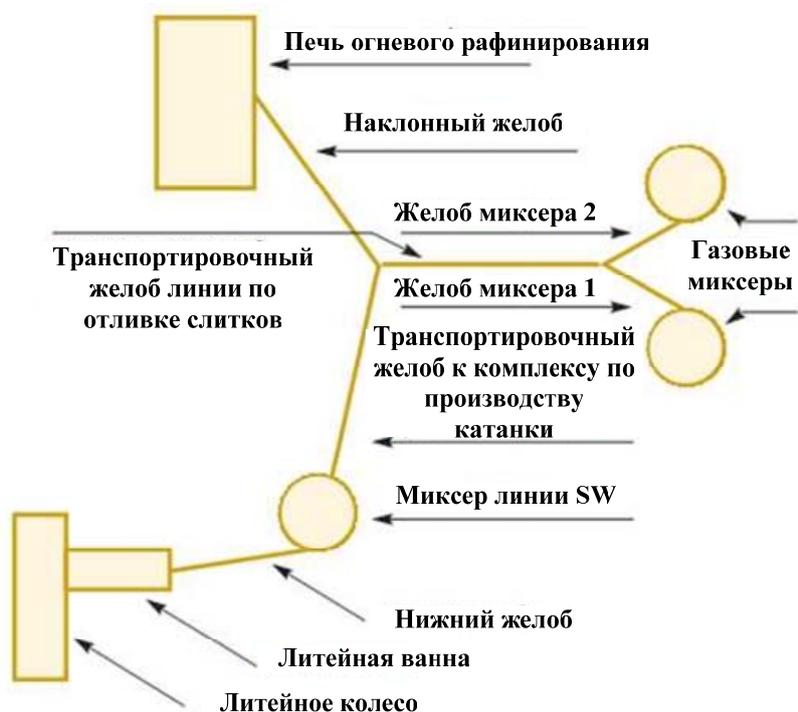


Рисунок 2 – Схема транспортировки жидкой меди к различным технологическим линиям получения продукции



Рисунок 3 – Желоб для транспортировки рафинированной меди

Перемещение жидкого металла от плавильного агрегата по транспортировочным желобам составляет от 4 до 7 минут. Скорость движения металла регулируется с помощью угла наклона печи, при этом выбирается такая скорость движения металла по транспортировочным желобам, чтобы обезопасить труд плавильщиков, избежать переливов и разбрызгивания металла. Система желобов позволила обеспечить новые технологические преимущества, заключающиеся в возможности получения из металла одной плавки заготовок для прокатки медной катанки, а также круглых и плоских слитков на машинах полунепрерывной разливки (МПНЛЗ). Это обеспечивает рост производительности печи, поскольку снижается время ее простоев вследствие значительной продолжительности технологического процесса разливки. Соответственно достигается экономия энергетических и трудовых ресурсов.

Параллельно со сливом на линию транспортировочных желобов по производству медных слитков на МПНЛЗ металл из печи сливается в зафутерованный и разогретый до 800°C промежуточный ковш полезной емкостью 5,5 т. После слива металла в промковш зеркало металла покрывают измельченным древесным углем для предотвращения газонасыщения и остывания расплава. Для того чтобы снижение температуры было минимальным промковш накрывают футерованной крышкой. Скорость перемещения промковша с металлом из одного плавильного цеха в другой составляет до 10 км/ч. За время транспортировки металла и его заливки в разливочный агрегат температура металла снижается с 1190°C до 1170°C , что позволяет без дополнительных затрат на подогрев металла производить процесс разливки.

Для производства медных слитков на МПНЛЗ используются два газовых миксера полезной вместимостью 6 т каждый. В настоящее время на ОАО «АЗОЦМ» получают медные слитки круглого сечения (максимальным диаметром 400 мм) и плоские слитки (максимальным размером 240×1300 мм) массой до 11 т и длиной до 5 м. На долю производства медных слитков комплекса огневого рафинирования приходится до двух третей от общего объема выплавки металла в печи огневого рафинирования.

Отливка медных слитков осуществляется непрерывным методом на МПНЛЗ в медные водоохлаждаемые кристаллизаторы через разливочную емкость миксера и систему стопорно-разливочного дозирующего устройства. Охлаждение слитка под кристаллизатором осуществляется водой, подаваемой методом душирования. К особенностям такой разливки следует отнести сравнительно низкую скорость вытяжки заготовки и высокую интенсивность отвода тепла от разливаемого металла, что в совокупности с высокой теплопроводностью меди обуславливает достаточно сложные условия работы стенок кристаллизатора. При этом про-

цесс затвердевания слитка меди и большинства ее сплавов обычно заканчивается в пределах кристаллизатора, имеющего длину 300-550 мм [8].

Анализируя особенности технологического построения рассмотренного металлургического комплекса ОАО «АЗОЦМ» и сравнивая его с классическим построением мини-заводов, следует выделить некоторые характерные особенности, существо которых сводится к следующему:

- проведение определенной части технологических операций рафинирования металла непосредственно в плавильном агрегате или на выпуске металла из него;

- минимизация времени пребывания металла в разливочном ковше, что обеспечивает снижение потерь тепла жидким металлом;

- применение для доводки металла (рафинирование, усреднение) специальных емкостей типа промежуточный ковш или миксер, что позволяет гармонизировать процесс разливки в части его сопряжения с циклом выплавки;

- применение для разливки метода непрерывного литья, базирующегося на машинах полунепрерывной разливки, что позволяет осуществлять разливку при рациональных скоростях для выбранных сечений заготовки;

- быстрая окупаемость оборудования, используемого для микро металлургических заводов.

В настоящее время на территории Украины имеется достаточно большое количество предприятий, не интегрированных в современную схему микро-завода, с электродуговыми и индукционными печами. Часть из них работает на литейный сектор, а часть вообще не использует плавильные мощности, сохранив лишь свою механосборочную составляющую. Кроме того, есть пустующие промышленные площадки, на которых когда-то существовали предприятия интересующего нас сектора и их использование для строительства микро-заводов вполне возможно и экономически оправдано.

Оценивая привлекательность таких предприятий и площадок для развития сектора микро-заводов необходимо отметить следующие положительные моменты:

- рассредоточенность их практически по всей территории страны, в отличие от более компактного расположения крупных металлургических предприятий в восточной ее части. Это является достаточно важным фактором способствующим развитию данного типа предприятий ориентированных на региональный рынок сырья и сбыта продукции;

- наличие основных и крайне необходимых для технологического процесса зданий, сооружений, коммуникаций и развитой транспортной

инфраструктуры, а также плавильных участков и цехов с соответствующим технологическим и вспомогательным оборудованием;

– обеспеченность необходимыми трудовыми и энергоресурсами (для случая сохранения проектных объемов производства);

– наличие определенного портфеля заказов и рынка сбыта продукции;

– заинтересованность местной власти в развитии производства способствующего решению проблем занятости, обеспечивающего поступления в местный бюджет, содействующего в решении ряда коммунальных проблем региона. Особенно рациональной на наш взгляд представляется схема, когда часть собственности таких предприятий принадлежит местным советам.

Подходы к техническому перевооружению таких предприятий, в зависимости от их специализации, активности на рынке производства и реализации металлопродукции, технического состояния, оснащенности необходимыми технологическими агрегатами и их единичной мощности могут быть разные и требуют достаточно глубоких исследований.

В качестве выводов по проведенным исследованиям можно отметить, что в целом практика промышленного применения концепции микро металлургических заводов подтверждает высокий потенциал таких построений. Уже сейчас можно утверждать, что прототипом современного микро металлургического завода может быть технологическое построение характерное рассмотренному в работе ОАО «АЗОЦМ».

Однако применительно к конкретной технологической схеме и условиям обеспечения вторичным сырьем представляется весьма актуальной проблематика доработки функциональных схем сопряжения основных технологических агрегатов, в том числе и за счет их модернизации и усовершенствования, что и будет основной задачей при проведении дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Смирнов А.Н. *Металлургические мини-заводы* / А.Н. Смирнов, В.М. Сафонов, Л.В. Дорохова, А.Ю. Цупрун. // Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 469 с.

2. Запускалов Н. «Микрозавод» – новая концепция в металлургии // *Черные металлы*. 2004. - №11. – С.10-24.

3. Cabai F., Lumley P. *The micro mill - a solution to local needs*. // *Millennium Steel*. 2002. – P.115-118.

4. Swaney R.U., Cignetti N.P. *Development of steelmaking technology for small-sized special grades* // *Metallurgical plant and Technology International*. 1991. – P.42-49.

5. Кац А.М. Теплофизические основы непрерывного литья слитков цветных металлов и сплавов. / А.М. Кац, А.Г. Шадек // – М.: Metallurgia, 1983. – 208 с.

6. Уткин Н.И. Производство цветных металлов / Н.И. Уткин. – М.: Интермет Инжиниринг, 2004. – 442 с.

7. Савенков Ю.Д. Рафинированная медь Украины / Ю.Д. Савенков, В.И. Дубоделов, В.А. Шпаковский, В.А. Кожанов, Е.В. Штепан. – Днепропетровск: АРТ-ПРЕСС, 2008. – 176 с.

8. Гридін С.В. Дослідження явищ усадки при формуванні мідних зливків / С.В. Гридін, Д.В. Спирідонов, Ю.Д. Савенков, А.Н. Смірнов // *Металознавство та обробка металів*. – 2009. – №2. – С.35-39.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Петрушовым С.Н.