



A problem of reduction of specific electric energy consumption during electric furnace smelting of cast iron and steel is examined. Analysis of known methods of primary heating of charge is carried out, variants of single- and two-stage installations of gas heating of metal charge are suggested.

Л. Е. РОВИН, ГГТУ им. П. О. Сухого,
С. Л. РОВИН, Л. С. ШУМАНСКАЯ, БГПА

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ ПОДОГРЕВ ШИХТЫ ПРИ ЭЛЕКТРОПЛАВКЕ ЧУГУНА И СТАЛИ

УДК 621.74

Электроплавка чугуна и стали — наиболее энергоемкая стадия производства отливок. Среди различных способов сокращения удельных энергозатрат особый интерес для действующего производства представляет подогрев металлической шихты перед подачей ее в печь. Этот способ не требует значительных капиталовложений, производственных площадей или изменений технологии и может быть освоен силами предприятия. Разница в стоимости электроэнергии и газа, особенно в часы пик, необходимых для получения идентичного количества тепла, достигает 6—7 раз. Такая ситуация делает газовый нагрев шихты наиболее привлекательным. При расходе 13—16 м³ газа на нагрев 1 т шихты до температуры 550—600°C затраты электроэнергии на расплавление 1 т стали сокращаются на 100—140 кВт·ч. Помимо сокращения расхода электроэнергии, снижается время плавки и, как следствие, на 20—25% повышается производительность печей, уменьшается угар металла, снижается количество вредных выбросов пыли и газов. Улучшение экологической ситуации при внедрении систем подогрева шихты обусловлено также лучшими условиями очистки газов: в установках подогрева шихты реализуется точечный отсос газов, образующихся при сгорании масел, пыли, неметаллических веществ, загрязняющих поверхность шихты, в то время как при отсутствии установок подогрева очистку приходится выполнять от нескольких источников (плавильных печей) с неорганизованным отбором. Существует ряд способов внепечного подогрева металлозавалки: 1) во вращающейся барабанной печи; 2) в проходной печи; 3) в камерной печи; 4) использование специальных установок (стендов) подогрева шихты проходного или вращающегося типа. В каждом способе используется газовый нагрев шихты, однако они, за исключением специальных установок, применяются только при определенных условиях. Так, первый способ пригоден для мелкого легкого скрапа и требует значительных капитальных затрат, производственных площадей и относительно высокого расхода газа —

(40 — 50 м³ на 1 т шихты), с другой стороны, при этом способе не нужны дорогостоящие транспортные емкости. Второй и третий способы требуют длительного времени нагрева (30—60 мин), больших площадей, механизмов загрузки—выгрузки, имеют невысокий КПД (12—17%). Применение специальных установок позволяет механизировать и автоматизировать процесс подогрева, обеспечивает высокую технологическую гибкость и производительность, не требует больших производственных площадей. Установки подогрева шихты широко используются в Европе, США, Японии. В Беларуси двухступенчатая установка проходного типа была смонтирована на ЗЛИН ПО "Гомсельмаш", где после доработки, выполненной специалистами кафедры "МиТЛП" ГПИ в 1992 г., была введена в эксплуатацию (рис.1). Установки карусельного типа, также обеспечивающие двухступенчатый подогрев, в 80-х годах были внедрены в литейных цехах нескольких предприятий СССР. В настоящее время изготовление таких установок для нагрева шихты в бадах емкостью 1,5 и 0,5 т предлагает пинский РУМП "Кузлитмаш". Установки, как правило, выполняются с одно- и двухстадийным нагревом и системой очистки отходящих газов. Основным способом обезвреживания газов в таких установках является дожигание, для чего поддерживаются температура ~ 900°C и окислительная среда.

Расчетное количество природного газа, необходимое для нагрева 1 т шихты до 550°C при КПД процесса, равном 60%, составляет 14—16 м³. Если учесть дополнительные затраты газа на обезвреживание (дожигание), то общий расход газа на 1 т шихты составит при одностадийном нагреве 30—35 м³, двухстадийном — 24—27 и при рециркуляции газов — 20—22 м³. Следует отметить, что организация рециркуляции газов между I и II стадиями нагрева усложняет эксплуатацию установки подогрева, в частности, из-за необходимости герметизировать транспортные бады в момент нагрева.

Более рациональной является схема двухстадийного последовательного нагрева, предло-

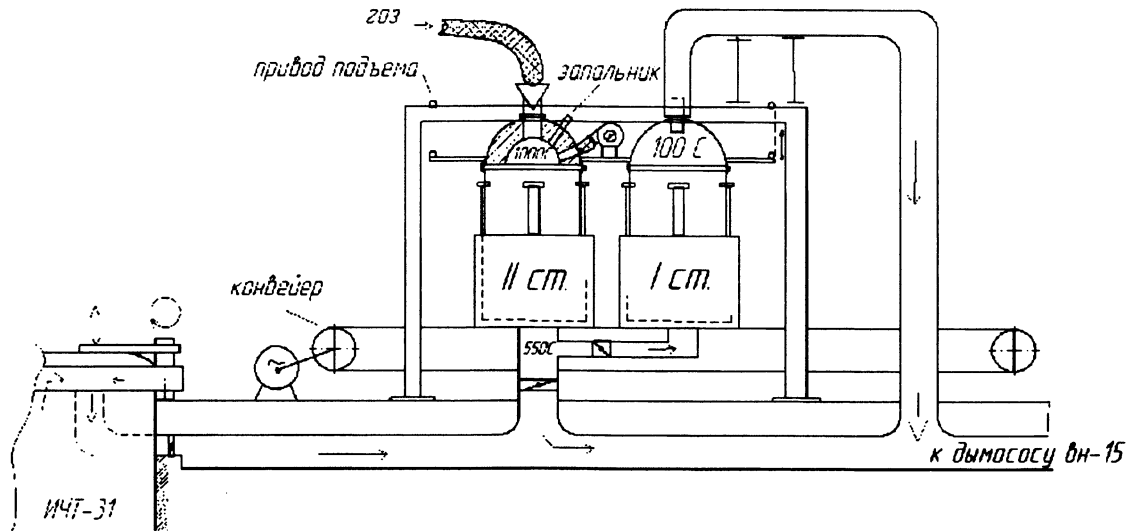


Рис. 1. Схема двухступенчатой установки подогрева шихты с аспирацией и утилизацией отходящих газов от печи ИЧТ-31

женная ГГТУ им. П. О. Сухого (рис. 1), когда обе бадьи находятся под разрежением, а газы из бадьи, установленной на II ступени, полностью проходят через бадью, находящуюся на I ступени в направлении снизу вверх. Таким образом, на I стадии сильнее разогреваются нижние слои шихты, а на II стадии – верхние. Такая схема позволяет повысить КПД установки и снизить удельный расход газа до 13–14 м³/т при той же температуре нагрева шихты. Использование тепла отходящих газов от дуговых (или индукционных) печей существенно усложняет конструкцию как установки подогрева, так и печей, что делает всю систему плохо управляемой. Поэтому эта идея практически нигде не реализована.

Горелки для нагрева шихты в бадьях могут устанавливаться снизу или сверху. Последний вариант предпочтительнее. Установки получаются более компактными, при этом горелки монтиру-

ются в накатные или опускающиеся крышки над бадьями, там же находятся системы управления и контроля за процессом горения и приводы для подвода и отвода крышек. Опыт эксплуатации подобных установок показал, что одной из трудностей, обусловленных односторонней подачей теплоносителя, является неравномерный нагрев шихты по высоте (рис. 2) Верхние слои достаточно быстро (3–5 мин) достигают температуры 800–900°C при температуре факела 1100–1200°C, в то же время нижние слои успевают прогреться до 100–120°C. Далее может возникнуть перегрев верхних слоев шихты и металлоконструкций установки и бадьи (корзины). Уменьшение расхода газа или температуры факела, что часто используется на практике, приводит к снижению производительности установки.

Избежать свариваемости кусков металлической шихты можно путем использования методического режима работы установки, когда по мере продвижения фронта заданной температуры (например, 500–600°C) корректируются расход и температура газов на входе. Регулировка режима может осуществляться изменением разрежения на выходе из бадьи, что влечет изменение подсоса и разбавления газов на входе и, как следствие, условий теплообмена в верхней части слоя шихты.

Уменьшает неравномерность нагрева дожигание отходящих газов непосредственно на выходе из слоя шихты. Для этой цели устанавливается дополнительная небольшая горелка-запальник, а металлоконструкции теплоизолируются (футеруются).

Наиболее простым и дешевым с точки зрения сокращения капитальных затрат решением проблемы подогрева шихты является внедрение одноступенчатых установок с верхним подводом горячих газов и установкой горелок в опускающуюся крышку. В этом случае можно использовать обычные загрузочные бадьи, организовать дожигание

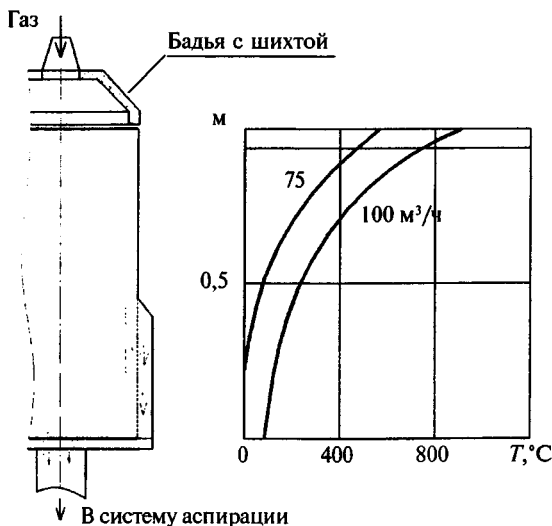


Рис. 2. Распределение температур по высоте бадьи с шихтой через 5 мин после начала подогрева при различных режимах расхода газа

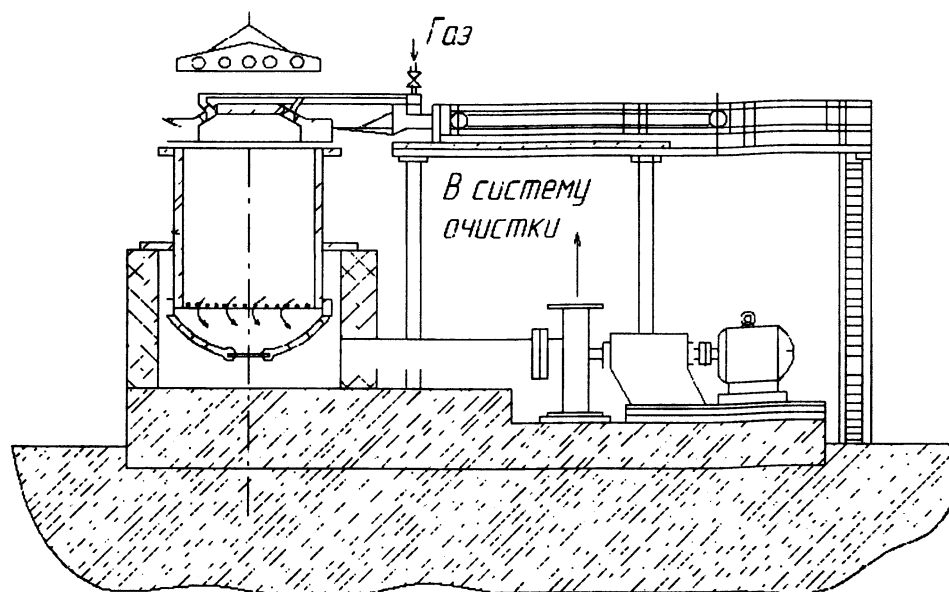


Рис. 3. Схема одноступенчатой установки подогрева шихты

газов, охлаждение корпуса бадьи и т.п. Примерная схема такой одноступенчатой установки приведена на рис. 3.

При оптимальном конструктивном исполнении и оснащении установок подогрева системой КИ-ПиА они позволяют не только получить значитель-

ный экономический и экологический эффект (при дуговой плавке экологический эффект возрастает за счет сокращения угара электродов и металла в печи), но и повысить качество металла, так как в печь поступает очищенная от примесей шихта. Окупаемость таких установок составляет 6—9 мес.