

# Такой нужный металл

## Металлургия и литейное производство — от плавки до переработки отходов

В преддверии летнего сезона в ЦВК «Экспоцентр» на Красной Пресне прошла объединенная выставка, включившая разделы «Металлургия-Литмаш '2007», «Трубы России '2007» и «Алюминий/Цветмет '2007». Во время работы выставочного мероприятия специалисты отрасли в одном месте могли познакомиться с полным спектром новых технологий, продукции и услуг металлургической промышленности. Особое внимание на нынешней компактной и насыщенной выставке, как и на предыдущих, уделялось перспективным новинкам — эффективному и экономичному оборудованию и материалам.

### Универсальные печи

Технология плавки металлов все время совершенствуется и особенно это касается электрических дуговых печей. Научно-техническая фирма «Экта» (г. Москва) занимается разработкой и поставкой дуговых печей и миксеров постоянного тока нового поколения вместимостью от 0,5 до 100 т. В отличие от индукционных агрегатов в *дуговых печах ДППТУ-НП* может осуществляться выплавка различных марок сталей. Это углеродистые, высоколегированные, инструментальные, штамповые, азотосодержащие, конструкционные стали и другие сплавы ответственного назначения, ряд которых можно выплавлять только в таких печах.

В России, как и во всем мире, мало высококачественной шихты и она достаточно дорогая. В новых печах можно производить высококачественные сплавы из дешевой шихты. Качество металла достигается путем проведения активных металлургических процессов: шлаковой обработки, рудного кипения и кислородной продувки, легирования, рафинирования

и других, которые в индукционных печах просто не осуществимы.

Печи ДППТУ-НП надежны, взрывобезопасны, технологически универсальны, позволяют производить как разовую, так и с подзавалками загрузку шихты, полный или частичный слив металла. При их применении легко переходить с одной марки стали на другую, работать в одну, две или три смены. При этом в агрегатах используются любые традиционные отечественные футеровочные материалы.

Технология производства стали в ДППТУ-НП не предполагает термическую или другую подготовку шихты перед плавкой и внепечную обработку расплава, что обеспечивает экологические преимущества. При переплаве отходов собственного производства сохраняются практически все легирующие элементы. Опыт промышленной эксплуатации показал, что такие печи характеризуются самыми низкими затратами вследствие сокращения расходов на экологию, электро- и водоснабжение. Параллельно исключаются некоторые операции, например, подготовка шихты, внепечная обработка.

Система плавки в ДППТУ-НП устраняет локальный перегрев на всех этапах процесса. Магнитогидродинамическое (МГД) перемешивание обеспечивает на протяжении всей плавки идеальную гомогенную структуру расплава по температуре и химическому составу и высокую скорость растворения легирующих элементов. Кроме того, многократно возрастает эффективная межфазовая поверхность шлак-расплав и шлак – подина печи, за счет чего резко увеличиваются глубина и скорость прохождения процессов дефосфорации, десульфурации, науглероживания, обезуглероживания. При этом происходит быст-

рое удаление неметаллических включений и газов, сохраняются высокая скорость восстановительных процессов, их глубина в шлаковой фазе и на границе раздела шлак-расплав.

За счет подавления образования первичного шлака при окислении материалов МГД-перемешивание может поддерживать или полностью управлять основностью и свойствами шлака на всех стадиях плавки. В сочетании со специальными режимами управления дуговым разрядом оно обеспечивает оптимальную теплопередачу из дуги в металл. Теперь не требуется закрывать дугу вспененным шлаком, совмещать дуговой нагрев с продувкой металла кислородом и другими газами, применять газокислородные горелки. Все это обычно приводило к высоким потерям металла и выбросам в окружающую среду, резкому снижению эффективности использования электроэнергии, потере качества металла, повышению себестоимости его производства.

Система электропитания печей, управление электрическими режимами, подавление вихревых потоков в расплаве, паразитных дуг, автоматический контроль и подавление дуговых пробоев на ответственных элементах, а также примененные конструктивные решения способствуют высокой надежности основных элементов стен и свода. Благодаря автоматическому управлению режимами работы печи, заложенному в систему электропитания, а также техническим решениям удалось подавить газообмен печной среды с окружающим пространством. Это позволило сделать управляемыми состав и температуру газа внутри печи, обеспечило минимальное пылегазообразование при плавке, глубокое самопроизвольное сжигание газов до простых

окислов на выходе из агрегата, их скоростное охлаждение. В результате удалось добиться полного подавления образования оксидов азота, диоксинов, фуранов, цианидов. Отказ от сжигания минерального топлива при плавке обеспечил выполнение требований Киотских соглашений.

Следует отметить, что дуговые печи постоянного тока эффективны при использовании всей системы технических решений, разработанных и запатентованных ООО «НТФ «Экта»». В их число, наряду с применением дуги постоянного тока, входят специальные режимы плавления и нагрева расплава, МГД-перемешивание и другие технологии. Без взаимодействия всех элементов системы дуговые печи не эффективны.

### Отливки — только качественные

Совсем не случайно на этой выставке оказалось Унитарное предприятие «Институт БелНИИлит» (г. Минск, Беларусь). Основой его научной и практической деятельности являются исследования, разработка и внедрение высокоэффективных технологий и оборудования для литейного производства машиностроительных предприятий.

Деятельность института охватывает все производственные направления — от плавки металла до получения высококачественных литых заготовок из цветных и черных спла-

вов. Здесь создана целая гамма машин для получения литейных стержней как в нагреваемой, так и в ненагреваемой оснастке (ХТС-процесс с продувкой газообразным отвердителем или катализатором). Большое распространение получил технологический процесс и оборудование для изготовления **литейных заготовок в облицованных кокилях**. Для получения особых свойств продукции разработана технология, которая позволяет за счет эффективного отвода тепла в термостатированных облицованных кокилях получать литые поверхности высокой размерной точности без пригара.

С целью изготовления гильз и трубных заготовок методом литья в облицованные кокили выпускаются **машины челночного типа моделей 4912 и П1720 и карусельного типа 4981 и 4952**. Агрегаты предназначены для изготовления отливок, к которым предъявляются повышенные требования по размерной точности и чистоте поверхности. Применяют их при литье сплавов, имеющих повышенную склонность к усадке и ликвации\*, а также деталей с большим объемом механической обработки. Подобный метод литья позволяет значительно сэкономить металл (примерно в 1,5 раза) по сравнению

\* Ликвация (от лат. *liquatio* — разжижение, плавление) — неоднородность химического состава сплавов, возникающая при их кристаллизации.

с традиционными способами. Конструктивные особенности машин заключаются в том, что на них можно одновременно производить наддув облицовочной смеси как в кокиль, так и на металлические стержни, расположенных во внутренних полостях гильз. Челночные машины позволяют производить до 12 заливок в час, карусельные — от 30 до 50.

Многопозиционные **карусельно-кокильные машины моделей 4945, 4932, 4979К, 4980 и 4944** применяются для выпуска фасонных отливок из алюминиевых сплавов в условиях крупносерийного и массового производства. Благодаря их конструктивной схеме можно организовать производство так, чтобы рационально использовать плавно-заливочные устройства (дозаторы). При этом значительно облегчаются и упрощаются транспортировка, складирование и установка песчаных стержней в кокиль, удаление и охлаждение готовых отливок.

### Высокая температура? Сейчас измерим!

Любая плавка без измерения температуры теряет всякий смысл, а для этого нужны специальные приборы, ведь уже давно никто не меряет температуру расплава «на глазок». На выпуске контрольных приборов для литейного производства специализируется московская фирма «Техноцентрприбор».

Переносной **термоизмеритель ТЦП-1800В** применяется для измерения температуры расплавов при помощи термоэлектрического преобразователя из вольфраморениевых сплавов (ВР5/ВР20). Используют его для контроля температуры жидкого чугуна, стали, сплавов цветных металлов путем кратковременного погружения в расплав, находящийся в ковшах, копильниках, индукционных печах и т. п.

Рабочий диапазон температур прибора составляет от 100 до 1800 °С, относительная погрешность измерений — 1%, время измерения — 20 секунд. Прибор снабжен цифровым индикатором. Предусмотрен режим фиксации максимального значения температуры за время проведения замера. При достижении термодинамического равновесия между термопреобразователем и жидким металлом возникает звуковой сигнал.

**Система контроля температуры расплавов СКТП-ПП** предназначена



Образцы отливок, полученных методом литья в облицованные кокили

для контактного измерения температуры расплавов чугуна, стали, цветных металлов путем кратковременного погружения в расплав сменного термоэлектрического преобразователя. Система состоит из жезла специальной конструкции с контактным блоком на рабочем конце для крепления термопреобразователя, соединительного кабеля и четырехрядного цифрового табло индикации температуры.

Измерительный жезл выполнен в виде штанги длиной 1300 мм, которую можно изменить по требованию заказчика. Табло стационарно закрепляется в удобном для обозрения месте. Система может быть дополнена контрольными лампами «холодный», «нормальный» либо «перегретый» металл, а также прибором «Диск-250» для суточной записи температуры и встроенным интерфейсом RS-485 для передачи информации в АСУТП. В качестве сменных термоэлектрических преобразователей используют термодпары ТС 360304, NS 36130402 или ПТПР-91-80.

Диапазон измеряемых температур составляет от 0 до 1800 °С, погрешность измерения — 0,5%. Масса прибора — 5 кг, расстояние визуального наблюдения — до 50 м, питание осуществляется от сети 220 В, 50 Гц.

Для бесконтактного измерения температуры поверхности с целью контроля теплового режима производственного оборудования применяется **инфракрасный термометр «Термит»**. Используют его и для измерения температуры в технологических процессах металлургии и машиностроения. Прибор весом 0,8 кг, питающийся от батареи «Корунд», измеряет температуру в диапазоне от 500 до 1900 °С. Время измерения составляет 0,15 с.

### Огнеупоры на любой вкус

Одним из расходных материалов в металлургии являются огнеупоры. И хорошо если их производством и поставкой занимается специализированная компания. В Москве такой фирмой является ООО «Огнеупор-комплект», обеспечивающее огнеупорными материалами около 30 крупнейших производителей черного и цветного металла в России и странах СНГ.

Номенклатура предприятия включает доменный и ковшевой припас, огнеупорные изделия для сталеразливочного тракта, леточные цилинд-



Контрольные приборы (в т. ч. для экспресс-контроля) на стенде фирмы «Техноцентрприбор»

рические трубки для футеровки кислородных конвертеров и электродуговых печей. Поставляются также теплоизоляционные изделия на основе базальтового, каолинового и кварцевого волокна, муллитокремнеземистые рулонные материалы, войлок, фетр, картон, плиты и другие огнеупорные и высокоогнеупорные легковесные теплоизоляционные изделия.

Эффективным способом увеличения стойкости футеровки нагревательных печей является восстановление их горячего слоя по мере износа методом торкетирования. Наибольшее распространение находит полусухое торкетирование, когда порошок увлажняют на выходе из сопла торкет-установки. Составы торкет-масс определяются главным образом видом восстанавливаемой футеровки и условиями ее службы.

Торкет-массы обладают высокой прочностью, огнеупорностью, низкой пористостью, устойчивостью к агрессивному воздействию шлаковых расплавов. Фирма «Огнеупор-комплект» выпускает массы разных марок в зависимости от назначения. **Торкет-масса «Магмас 72»** применяется при разливке рядовых марок сталей. Материал изготовлен на основе оливины и спеченного периклаза с содержанием MgO в исходном периклазе не менее 91%. Температура применения — до 1650 °С. **«Магмас 85»** используется при разливке легированных сталей. Изготавливается она на основе спеченного периклаза с содержанием MgO не менее 91%. Тем-

пература применения — до 1700 °С. **«Магмас 87»** применяется (вплоть до температуры 1700 °С) при разливке инструментальных сталей. Изготавливают ее на основе чистого спеченного периклаза с содержанием MgO не менее 99%. Все торкет-массы приготовлены на минерально-химическом связующем и представляют собой гомогенную смесь без крупных включений, комков и непромесов.

Одним из новых продуктов предприятия является **огнеупорный материал «Пластомат»**. Применяют его при устройстве горизонтальных и вертикальных швов кирпичных футеровок тепловых агрегатов, уплотнения между отдельными узлами сталеразливочного тракта. Его применение способно решить многие проблемы, вплоть до отмены использования дорогостоящего аргона в месте стыка.

Материал обеспечивает плотное прилегание разъемов всасывающего и сливного патрубка циркуляционных вакууматоров и герметизирует разъемы порционных вакууматоров. Помимо этого он поддерживает плотность и надежность стыков между огнеупорными изделиями при сифонной разливке стали. Наконец, «Пластомат» служит для уплотнения стыков в агрегатах литейного производства, а также стыков между шибберными плитами и примыкающими к ним стаканами.

При температуре 900–1000 °С материал длительно (до 120 секунд) не воспламеняется. При воспламенении он до 5 минут не теряет вязкоупругости и не выделяет токсичных

и канцерогенных веществ. В процессе работы соединения (стыка) материал обеспечивает герметизацию его зазоров, в т. ч. при возникновении вибраций, во всем диапазоне температур вплоть до полного охлаждения. При высокой температуре он не приковывается к металлическим поверхностям и тем самым не препятствует нормальному демонтажу соединения.

Как и всякий новый материал, «Пластомат» имеет свои особенности, которые необходимо учитывать при работе. При прогреве до 500–550 °С он приобретает некоторую пластичность и плотно заполняет зазоры соединения. В диапазоне 550–850 °С происходит пиролиз органического связующего с образованием композиционного углерод-керамического газоплотного остатка. Дальнейшее нагревание до 1000 °С приводит к вторичному уплотнению зазора соединения за счет расширения минеральной составляющей. При возможных колебаниях температуры и возникновении механических вибраций материал сохраняет свои барьерные свойства за счет микроструктурной псевдопластичности.

### Раскрой металл по вашему размеру

Работа с листовым металлом предполагает его раскрой и дальнейшую обработку. Экономичный раскрой делает продукцию более дешевой и создает меньше отходов. Подобное оборудование предлагает ООО «Техмонтажсистем» (г. Тверь), выпускающее машины

термической резки — плазменные, кислородные, лазерные. Предприятия, эксплуатирующие МТР, стремясь соответствовать международным стандартам качества, предъявляют повышенные требования к оборудованию и его программному обеспечению, точности исполнительных механизмов, технологической оснастке и надежности.

Представленная на выставке **машина термической резки «Термит» ПКПлЦ** (портальная кислородная плазменная цифровая) представляет собой порталную конструкцию, состоящую из портала, двух ходовых тележек, перемещающих портал по продольным рельсовым направляющим, одного или нескольких суппортов. Одновременная установка суппортов для реализации плазменной и газовой резки значительно расширяет диапазон толщины и марок разрезаемых металлов. Жесткая конструкция портала исключает перекосы при движении МТР, а двухосевое исполнение левой и правой ходовых тележек обеспечивает абсолютно синхронное перемещение обеих сторон машины.

МТР «Термит» ПКПлЦ выпускается под лист шириной 1,5; 2; 2,5; 3,2 и 3,6 м. Для каждой машины составляется техническое задание, в котором оговариваются технические характеристики и возможности поставляемого оборудования, а также дополнительные требования. Машины комплектуют системами ЧПУ типа «Промышленная рабочая станция» и Burny Phantom.

Новая полностью интегрированная **система управления Burny**

**Phantom** характеризуется РС-совместимым числовым управлением, двух- или трехкоординатными приводными преобразователями переменного или постоянного тока и многофункциональным пультом управления. Это последняя разработка в технологии ЧПУ на проверенной платформе, спроектированной для повышения производительности. Используя встроенную операционную систему Windows XP, Phantom обеспечивает очень точное и стабильное управление движением и содержит много функций, которых нет в других системах ЧПУ. В числе таких функций — настоящая многозадачность и конвертация DXF-файлов. Пульт оператора содержит многофункциональные клавиши для управления шестью газокислородными и двумя плазменными суппортами вместе с разметчиком, а также реализации дополнительных функций.

Burny Phantom способна управлять любой режущей машиной и взаимодействовать фактически со всеми процессами, включая резку водяной струей, газокислородную и лазерную резку, разметку, штамповку, сверление, строгание и маркировку. Использовать ее можно как при модернизации существующих машин, так и при проектировании новых.

Имеет система и ряд дополнительных возможностей. В частности, она поддерживает сетевое соединение с быстрым доступом к удаленным файлам и подключение к другим компьютерным сетям. Предусмотрена возможность гибкого преобразования программ и информации при загрузке с удаленных адресов. Кроме того, система осуществляет быстрое перемещение управляющих программ по сети. Наконец, возможно использование преимуществ беспроводного соединения, которое исключает потенциальные внешние радиопомехи и необходимость обслуживания кабеля.

Phantom можно оснастить программой автоматического размещения деталей на листе. Применяя программу раскроя Turbo Nest BE и функцию многозадачности, можно дополнительно сэкономить затраты. Оператор просто выбирает детали и размер листа, а Turbo Nest BE автоматически располагает их для предстоящего задания. Дополнительно систему Phantom оснащают программой раскроя остатков листа. Точная обрисовка контура остатков



Машина термической резки «Термит» ПКПлЦ

и применение программы Turbo Nest BE для автоматического раскроя деталей быстрее превращают отходы в деньги.

Программа MTC JobTrak позволяет осуществлять контроль производительности машины в реальном времени, отслеживать фактическое время резки, простоя и получать подробный отчет о текущих рабочих затратах. Программа предоставляет инструменты, способные точно определять помехи в осуществлении эффективной резки, которые дают возможность увеличить доход, сообщая оптимальную последовательность действий в производственном процессе.

Встроенная ОС Windows XP позволяет использовать преимущества нескольких продуктивных инструментов, включая удаленный рабочий стол и устройства памяти с USB. Первый обеспечивает доступ и работу с удаленным компьютером, а вторые — легкую передачу данных с большой скоростью загрузки.

На МТР «Термит» можно обрабатывать лист длиной от 3000 до 12 000 мм. Толщина разрезаемого листа при использовании газовой технологии составляет от 6 до 300 мм, плазменной — от 0,5 до 50 мм. Минимальный диаметр вырезаемого отверстия — соответственно 50 и 25 мм, но не менее 1,5 толщины листа. Количество суппортов — два, три или четыре. Точность позиционирования — 0,2 мм.

### Как бороться с отходами

Даже самое современное производство не может работать без отходов. В машиностроении на их долю, в зависимости от вида обработки, приходится до 70% металла. Производители, способные уменьшить выход стружки и в дальнейшем переработать ее, могут значительно снизить себестоимость своей продукции.

ООО «НПП «Ирисмаш»» (г. Воронеж) разрабатывает и выпускает оборудование для решения разнообразных технологических задач в области переработки различного вида сырья и разделения его по фракциям. Рассмотрим этот процесс на примере **линии комплексной разделки аккумуляторных батарей КРАБ**. Оборудование создано для переработки автомобильных и промышленных аккумуляторных батарей с эбонитовым или пропиленовым корпусом.

Вначале батареи подаются по ленточному транспортеру в загрузочный кислородный бункер измельчителя для частичного разрушения корпуса и слива кислоты в ванну. Далее вибродозатор подает их на ленту транспортера, оснащенного магнитным сепаратором. В свою очередь транспортер перемещает батареи в гранулятор, где производится их дробление. Раздробленный материал тщательно просеивается через мокрое сито, в результате чего происходит отделение пастообразного компонента от металлического свинца и других составляющих. Жидкая паста в виде пульпы перетекает в ванну, откуда транспортируется на осушение в центрифугу. Далее обезвоженная паста попадает в отдельную тару. Другие компоненты (металлический свинец, осколки корпусов и сепараторов батарей) в это время подаются на гидродинамическое вибросито. Там происходит отделение свинца от неметаллических включений, которые в дальнейшем вместе с потоком воды попадают в водный сепаратор. В последнем происходит отделение полипропилена от эбонита, ПВХ и бумаги. Свинец попадает в тару, а полипропилен по пневмотранспорту — в бункер-накопитель с дозатором. Из бункера он дозатором также подается в свою тару. В другую тару поступают эбонит, ПВХ и бумажные сепараторы.

Линия производительностью 15 000 т/год, оснащенная системой гигиенической фильтрации и вентилятором, имеет длину 25 000 мм, ширину 10 000 мм и высоту 4500 мм. Перерабатываемые типы аккумуляторов — от 6СТ-45 до 6СТ-190.

### И снова об экономии

Хотите сэкономить от 40 до 60% денег при покупке труб для строительства? Нет? Тогда дальше можете не читать. А для тех, кто не отложит журнал в сторону, с этого места расскажем подробнее.

Производственно-коммерческая фирма «Трубостройновация» (г. Москва) занимается поставкой лежалых труб диаметром от 219 до 1420 мм. Кроме того, она реставрирует бывшие в употреблении нефтяные и газовые трубы для нужд строительства: под шпунты, опалубку, фуллары, проколы, дренажи.

Ситуация на российском рынке имеет явно выраженные тенденции, определившие использование рестав-

рированных труб в качестве альтернативы. Причин для этого несколько. Во-первых, энергетическое развитие нефтегазовой отрасли предполагает бурные темпы роста производства, поэтому заказы для нефтяников и газовиков становятся приоритетными. А значит, сокращается выпуск труб общего назначения, как наименее рентабельных. Одновременно за последние 5 лет цены на такие трубы повысились на 300–400%.

Учитывая существенный запас прочности газонефтепроводных труб, за них можно не опасаться — они прослужат еще долго. Тем более что это не просто трубы, выкопанные из земли и предлагаемые покупателю. Прежде чем попасть к потребителю они проходят реставрацию и изоляцию. Как внутри, так и снаружи трубы подвергаются пескоструйной очистке нескольких видов: легкой, тщательной, очень тщательной или очисткой до визуальной чистоты стали — однородного металлического блеска.

По желанию заказчика на изделия можно нанести изоляцию. В стальных трубах и фасонных деталях диаметром от 159 до 2020 мм применяется внутреннее антикоррозионное цементно-песчаное покрытие. Такие трубы предназначены для строительства подземных трубопроводов питьевого назначения и канализации. Температура их длительной эксплуатации — до 40 °С. Конструктивно подобное покрытие представляет собой слой цементно-песчаного раствора, нанесенного на внутреннюю поверхность трубы методом центробежного напыления. Толщина покрытия составляет от 4 до 16 мм в зависимости от диаметра трубы.

Наружная изоляция стальных труб диаметром от 57 до 2020 мм осуществляется путем нанесения экструдированного полиэтилена усиленного типа. Такое покрытие применяется в изделиях, предназначенных для строительства подземных городских и межпоселковых газовых и водопроводных сетей, систем промышленного водоснабжения и канализации, магистральных трубопроводов. Температура долговременной эксплуатации двухслойного покрытия — 80 °С, кратковременной — 110 °С. Наружная изоляция весьма усиленного типа (ВУС) отличается от обычной толщиной полиэтиленового покрытия.

**Александр Ануфриенко,**  
фото автора