

ПРОЕКТ ЦЕХА ЛИТЬЯ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ, ОСОБЕННОСТИ ЕГО СТРУКТУРЫ И ОТЛИЧИЯ ОТ ТРАДИЦИОННЫХ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Структурные изменения литейного производства, отмеченные в современной технической периодике, характеризуются следующими тенденциями [1]. Многие литейные заводы в Европе закрываются, в Англии их уже единицы, в Германии количество чугунно- и сталелитейных заводов в 1991 - 2006 гг. уменьшилось с 492 до 266 (почти в два раза) при спаде численности рабочих мест на 30...40%. Литейное производство как экологически вредное переносится в Турцию, Украину, Россию. Отслеживая эти процессы, в 2009 - 2010 гг. IFC (Международная финансовая корпорация, член Группы Всемирного Банка) при информационной поддержке Российской ассоциации литейщиков [2] финансирует проект «Повышение ресурсоэффективности машиностроения и литейного производства в России», в рамках которого IFC предполагает инвестировать 250 млн. дол. США в проекты модернизации российских промышленных предприятий. Отвечая на вопрос, как литейщикам достойно реагировать на существующие вызовы, обратимся к одному из ресурсосберегающих литейных процессов. Здесь отечественные литейщики обладают приоритетами в виде более ста патентов, а также выпускают полный комплекс оборудования для цехов производительностью 100...5000 тонн отливок в год.

В последние годы в США, Китае, европейских странах интенсивно внедряется литье по газифицируемым моделям (ЛГМ) как наиболее недорогой и малозагрязняющий окружающую среду способ получения точных отливок. Джeneral Моторс, Форд, БМВ, Фольксваген, Пежо-Ситроен, Рено Фиат и ряд других фирм автостроения полностью перешли в 1980 - 90 гг. на изготовление отливок блоков цилиндров, головок блока, коленвалов и ряда других деталей наиболее массовых двигателей методом ЛГМ [3]. К сожалению, необходимо отметить, хотя США и СССР являются пионерами и основным патентодержателями по ЛГМ, в России, Украине и других странах СНГ эта технология внедряется слабо.

Сдерживающими факторами освоения этого прогрессивного способа (кроме традиционных экономических трудностей внедрения новых разработок, включая отсутствие налоговых льгот при вложении денег в высокотехнологичные ноу-хау), по мнению авторов, служат устаревшие стереотипы мышления литейщиков. Разрозненная техническая информация о структуре производства (участка, цеха) ЛГМ не даёт достаточных оснований промышленникам на существующих технологически устаревших предприятиях переходить на новый, неизвестный им производственный процесс. Опыт внедрения этого процесса в Польше, Румынии, Вьетнаме и на нескольких украинских предприятиях показывает, что, благодаря преимуществам ЛГМ, инвестиции в него быстро окупаются (за 2 - 3 года). Цель этой статьи – дать представление о современном цехе, выпускающем отливки по ЛГМ процессу, минимально необходимом технологическом оборудовании и о его отличиях от цехов других способов литья.

Пределы развеса отливок при ЛГМ впечатляющи, специалистами ФТИМС НАН Украины в отделе формообразования под рук. проф. О.И. Шинского отработаны технологии получения отливок весом от 100 грамм до 5 тонн и более из различных металлов: чугуна, стали, алюминиевых, медных и специальных сплавов. Литейный цех, работающий по ЛГМ процессу, отличается от цехов литья в песчаные формы со связующим: 1) структурой; 2) технологическим процессом и оборудованием; 3) материальным и энергетическим обеспечением; 4) специализацией и количеством персонала. Отличия ЛГМ от других методов литья не касаются процесса получения жидкого металла, плавильное отделение с шихтовым хозяйством не требуют изменений. Определение необходимой массы жидкого металла производится по давно применяемой методике, с учётом того, что допуски на последующую механическую обработ-

ку элементов отливки (отверстий, пазов, наружных и внутренних размеров) составляют 0,2 - 0,5 мм и зависят в основном от способа получения пенополистироловой (ППС) модели.

Коренное отличие – в модельном и формовочном отделениях, отсутствии стержневого и смесеприготовительного отделения. Из-за того, что единственным формовочным материалом является природный кварцевый песок, выбивное отделение намного проще и имеет меньше технологического оборудования. Указанные отличия облегчают механизацию и автоматизацию всего литейного процесса.

Формовочный песок постоянно находится в многократном обороте, его потери в среднем составляют 3 - 5% на одну заливку, отсутствие в нём связующего позволяет восстановить его для повторного использования без большого количества технологического оборудования и, соответственно, площадей. Выбивка отливки также не представляет трудности, т. к. сухой несвязанный формовочный песок легко высыпается из контейнерной формы, а очистка отливки не требует трудоёмких операций как при литье в песчано-глинистые формы, не говоря уже о ХТС, ЖСС или по выплавляемым моделям. Формовочные, заливочные, выбивные площадки значительно чище, пыль, образующаяся при выбивке и других операциях, легко удаляется местными вытяжными зондами с рабочих мест. Это способствует повышению культуры производства.

Термообрубное отделение ничем не отличается, и для реконструируемых цехов можно использовать действующее, а для вновь создаваемого литейного цеха перечень и количество оборудования зависит от объёма производства отливок и легко komponуется из стандартных единиц.

При литье стали следует учитывать, что в процессе замещения жидким металлом пенопластовой модели комплекс газов деструкции с общей формулой $C_n H_{2n+2}$ частично, на глубину 0,05 - 0,15 мм от поверхности отливки повышает количество углерода, т.е. науглероживает её. Поэтому для отливок из стали 20 и с более низким содержанием углерода подбором состава шихты учитывают возможное повышение количества углерода в стальной отливке до 0,1 - 0,2%, а также применяют ряд отработанных технологических методов, которые без труда позволяют лить заготовки из нержавеющей стали типовых марок.

Контроль качества отливок и их ремонт при переходе на ЛГМ намного упрощаются. Как отмечалось выше, точность разме-

ров и качество поверхности во много раз выше, чем при литье традиционными способами в формы, полученные в парных опоках. Повышение точности размеров и чистоты отливки экономит жидкий металл. Это достигается путём получения более точной (с учётом усадки металла) одноразовой модели в качественных металлических пресс-формах, соблюдения технологических операций при отсутствии снижающих точность отливки сборки формы и протяжки модели при формовке. Пенополистироловая модель даёт точное воспроизведение отливки, позволяет проверить предъявляемые к детали требования по её размерам и геометрии и без затрат средств до запуска детали в производство ввести необходимые конструкторские коррективы. Особенно такое преимущество ЛГМ проявляется при получении деталей с криволинейными поверхностями, свойственными лопаткам турбин, деталям насосов, коронкам зубьев и др. Ещё одним преимуществом является возможность изготовления сложной и/или крупной пенопластовой модели поэтапно несложной сборкой в цельную модель.

Гибкость техпроцесса также характеризуется возможностью выбора из четырёх широко применяемых способов получения пенополистироловых моделей: 1) вырезанием горячей струной из блочного полистирола; 2) фрезерованием на 3-координатном станке с ЧПУ по чертежу детали; 3) выпеканием в автоклавах с камерой объёмом от 100 до 1000 литров; 4) изготовлением на полуавтоматах методом теплового удара. Готовые модели собирают в модельные блоки с элементами литниково-питающей системы (ЛПС), сборку осуществляют тепловым способом или склеиванием. При малых размерах модели собирают в куст на одном стояке. Сборный блок/куст окрашивают и сушат. Высушенными их можно хранить очень долго, они не теряют своих размеров и свойств.

Схема технологических операций получения моделей наиболее распространённым для серийного производства автоклавным способом показана на рис. 1, а внешний вид участка – на рис. 2. Под каждую технологическую операцию выделяют отдельную рабочую площадку, которые в сумме составляют модельный участок. При больших объёмах получения отливок выгодно использование полуавтоматов. Они требуют обеспечения паром с давлением 1,4 - 1,6 атм. и температурой примерно 150°C, сжатым воздухом $P \leq 10$ атм., вакуумом 1 - 3 м вод. ст., водой с $t \leq 30^\circ\text{C}$, электропитанием. Стоимость устанавливаемых на них пресс-форм по сложности и стоимости на порядок выше, чем пресс-форм для автоклавов. Специалисты ФТИМС разработали весь комплекс оборудования для получения моделей таким способом. Это можно наблюдать на действующем участке литейного цеха института.



Рис. 1. Последовательность технологических операций получения модели автоклавным способом.

При отсутствии справочных материалов и методик проектирования отделений цехов ЛГМ процесса в технической литературе оптимальное планирование таких цехов пока не стало предме-

том рассмотрения в качестве примера удачного внедрения этой технологии в сравнении с другими литейными процессами. Проектирование цеховой планировки и всего технологического цикла как единого целого осуществляется для каждого случая индивидуально, с учётом наработанного (часто уникального) опыта внедрения разновидностей этого способа литья в различных странах. Используя универсальность и гибкость процесса ЛГМ, были спроектированы участки и цехи для единичного и серийного производства отливок, для ремонтных предприятий, количество и номенклатура оборудования которых резко отличаются как для изготовления моделей, так и для формовочно-заливочных операций.

Количество используемых материалов, среди которых преобладает кварцевый песок, их хранение, подготовка, подача на формовку зависят от объёмов производства отливок, что потребует наличия различных площадей для их размещения – от нескольких десятков квадратных метров до сотен. Оборудование обратного охлаждения и очистки песка часто поднимают до уровня 2 - 3 этажа для сокращения занимаемой площади первого этажа цеха. В процессе проектирования, в соответствии с заданной программой объёма производства, маркой металла, размерами отливки (чертежей деталей), производятся анализ и расчёт необходимого количества материалов: песка и полистирола, от которых зависят как размещение технологического оборудования, так и его количество.

Требуемые производственные площади также зависят от количества смен. При составлении номинального фонда времени по операциям изготовления моделей учитывается то, что модель представляет собой твёрдое тело из полистирола, которое не сложно отремонтировать, что уменьшает уровень брака и в целом требует меньше времени на изготовление моделей. Необходимость в ремонте и обслуживании всего технологического оборудования сокращается из-за отсутствия стержневого и смесеприготовительного хозяйств и меньшего количества применяемых формовочных материалов, что также сокращает структуру подъёмно-транспортных механизмов и машин.

Расчёт технологического процесса плавки при проектировании плавильного отделения и комплектация его оборудованием аналогичны другим способам литья: в песчано-глинистые формы, ХТС и ЖСС процессам, ВПФ, ЛВМ и др. Однако общая потребность в жидком металле снижается при ЛГМ на 8 - 14%. Например, вес отливки блока цилиндров двигателя МеМЗ на а/м «Сенс» с объёмом 1300 см³ при литье в ПГФ равен 35 кг, а полученный по ЛГМ процессу – 28 кг, т.е. легче на 7 кг из-за повышенной точности размеров отливки и меньших припусков на механическую обработку. Для улучшения маневренности и экономичности производства обычно используют индукционные тигельные печи с обвязкой их замкнутой системой водоохлаждения, что экономит воду и снижает затраты на охрану труда и защиту окружающей среды. Плавильное отделение при ЛГМ также должно быть отделено от площадки формовки.

Процесс заливки несколько отличается от заливки при других видах литья. Различие состоит в том, что пенополистироловая модель, температура плавления которой находится в пределах 80 - 120° С, под действием тепла жидкого металла переходит в газообразное состояние, в объёме, превышающем объём модели в сотни раз. Образовавшиеся газы в процессе заливки высасываются из песчаной формы (контейнерной опоки) вакуумным насосом. Приемлемыми являются водокольцевые вакуумные насосы, как наиболее безопасные и производительные. Мощность насоса зависит от программы выпуска отливок. Откачанные газы состава C_nH_{2n+2} разлагаются в процессе деструкции в стоящей за насосом установке дожигания в слое катализатора, превращаются в дву-



Рис. 2. Вид модельного участка.



Рис. 3. Расположение моделей на песчаной «постели» при формовке в контейнерной опоке (фото Н. В. Бабича).

кись углерода, пары воды, свободные молекулы азота и др. газов и выпускаются в атмосферу. Уровень вредности этих газов в рабочей зоне цеха ниже ПДК в десятки раз. Частицы песка, увлекаемые откачиваемыми газами, осаждаются в осадителях.

Формовочно-заливочное и выбивное отделения при ЛГМ процессе совсем не соответствуют устоявшимся представлениям для цехов традиционной формовки, т. к. единственным формовочным материалом является природный кварцевый обеспыленный сухой песок зернистости K02, карьерный, реже речной. Также литейные контейнеры по конструкции не похожи на рамочные опоки. Предельно упрощенный процесс формовки состоит в том, что собранные и покрашенные кусты моделей или блоков, один или несколько, устанавливают на песчаную «постель» (рис. 3) в контейнере и засыпают песком. После этого заполнение песком всех объемов модели (каналов, выемок, отверстий и др.), а также его уплотнение осуществляются вибрацией в течение 1 - 2 мин.

Вибростолы новых конструкций могут обеспечить движение песка в контейнере не только в вертикальной плоскости, но и в горизонтальной. Также существует конструкция стола с роликами, которая позволяет встраивать его в замкнутую непрерывную транспортную систему формовочно-заливочного отделения. Основными критериями годности песка для формовки являются невысокая запыленность, содержание пылевидной составляющей (размер зёрен $\leq 0,05$ мм) не выше определённого процента в общем объеме, а также и его температура – не выше $+35 \div +40^\circ\text{C}$. Применяемый первичный и использованный песок проходят стадию очистки от включений и обеспыливаются в виброситах, конструкция которых простая, и их изготовление не представляет сложности работникам средней квалификации. Для охлаждения песка после высыпания из формы, температура которого может достигать $80 - 90^\circ\text{C}$, используют холодильники различных конструкций и принципов охлаждения: в псевдооживленном слое, встречным увлажнённым воздухом, контактом в теплообменнике с водяной рубашкой.

Указанное технологическое оборудование формовочного отделения при ЛГМ процессе подтверждает его несхожесть с технологическим оборудованием для изготовления, упрочнения, заливки, остывания и выбивки форм при других видах литья. Расчёт его необходимого количества для подготовки песка производится из соотношения объёма заливаемой отливки к объёму песка в контейнере литейной формы, которое составляет от 1:4 до 1:10 и зависит от размеров, толщины стенок, конфигурации отливки. Существуют контейнеры стандартного ряда и специальные для единичной крупной отливки. Стандартные контейнеры имеют донную разгрузку, что позволяет монтировать разгрузочное (выбивное) оборудование в единую транспортную систему для формовки, заливки, охлаждения, выбивки.

Отсутствие формовочного, стержневого плаца и возможность объединения технологического оборудования в один формовочно-заливочный конвейер позволяют резко сократить необходимые площади при одинаковом объёме производства. Конструкторами института разработаны и внедрены для транспортирования конвейеры, ковши-рольганги с приводными и неприводными роликами, поворотные столы с ручными и механизированными приводами, монорельсовые системы различной грузоподъёмности и конфигурации, элеваторы, пылесосы, циклоны, магнитные сепараторы, бункеры, силосы и др., что позволяет полностью укомплектовать участок ЛГМ отечественным оборудованием. Общие виды формовочно-заливочного отделения (а), подготовки песка (б) и операции заливки форм металлом (в) показаны на рис. 4.

Пыль, возникающая в месте подачи песка на формовку и при выгрузке формы, легко удалить местными вытяжками. Перемещение песка по технологическому циклу обычно осуществляют пневмотранспортом всасывающего или нагнетающего типа. Преимущества и недостатки обоих типов известны. По опыту их разработки и применения для ЛГМ процесса можно сказать, что всасывающий тип предпочтительнее, а при небольших объёмах используемого песка выгодно использование пневмонасосов с объёмом рабочей камеры до $0,5 \text{ м}^3$.

Отделение от отливок элементов литниково-питающих систем в термообрубном отделении при ЛГМ процессе осуществляют так же, как при других видах литья. Компонировка и состав применяемого оборудования проще, т. к. отсутствует необходимость удаления стержней из отливок, а слой краски толщиной $0,5 - 1,0$ мм, наносимый на пенополистироловую модель, с отливки отделяется легко. Операции по контролю очистки, ремонту, термообработке отливок производятся известными способами.

После определения расхода материалов, исходя из программы работы предприятия, рассчитываются складские помещения, их обустройство, состав оборудования и механизмов. При расчёте складов для хранения песка необходимо учитывать, что отсев после каждой заливки не превышает 5%, т. е. песок находится в производственном процессе многократно. Разработано и внедрено в производство оборудование по регенерации песка, но, учитывая стоимость энергоносителей и зарплату работников, выгодно восполнять потери свежим песком, а отсев использовать для других целей. Пылевидную составляющую, удалённую с формовочного песка, обычно используют для приготовления краски, изготовления литейных чаш.

Существенным преимуществом рассматриваемого технологического процесса является то, что с целью экономии отапливаемых производственных площадей всё оборудование по технологическому процессу подготовки формовочного песка (хранение, очистка,

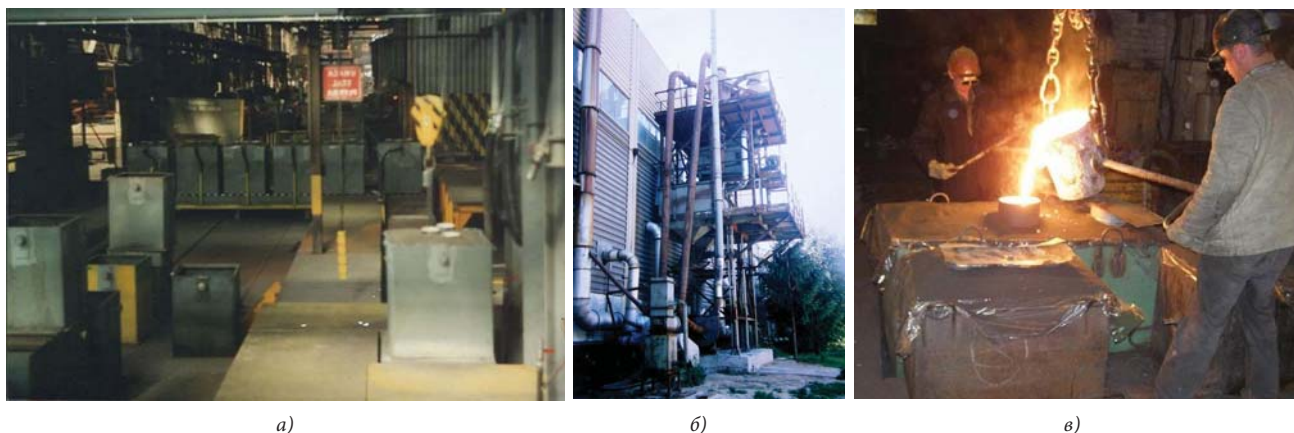


Рис. 4. Фото участков: а) формовочно-заливочного, б) подготовки песка, в) операции заливки форм.

охлаждение, подача) в большинстве случаев обустраивается на улице, у внешней стены цеха. Малое количество видов оборудования и его несложность позволяют автоматизировать или механизировать процессы формовки и оборота песка.

Самым большим отличием цеха ЛГМ от других является модельное отделение. Качество модели служит определяющим фактором качества отливки, точности размеров, шероховатости поверхности, выхода годного (может достигать 95 - 98%). Методы получения пенополистироловых моделей приведены в начале статьи. Основным критерием при выборе модельного оборудования является серийность отливок. Наличие оборудования для вырезки горячей проволокой предпочтительно, так как элементы литниковой питающей системы в большинстве случаев изготавливают из блочного полистирола. Единичные отливки любых габаритов и конфигураций также выгоднее изготавливать поэлементно из блочного полистирола и склеивать в целую модель. Таким методом на опытном производстве ФТИМС изготавливают корпуса крупногабаритных насосов, станины, элементы литников установок непрерывного литья, различные балки и корпусные детали. Разумеется, что при этом повторяемость размеров и чистота поверхности разовых отливок несравнимы с отливками, полученными из моделей, сформированных в пресс-формах и спечённых в автоклавах. Для предприятий с выпуском большой номенклатуры отливок малой серийности предпочтительнее изготавливать модели автоклавным способом, а с выпуском крупносерийных отливок – на пресс-автоматах, хотя пресс-формы для них стоят на порядок выше пресс-форм для автоклавного спекания и стоимость автоматов намного выше.

Получение модели методом спекания требует наличия подвешенного полистирола, который затем задувается в пресс-формы задувным устройством энжекторного типа. Подвешивание гранул первичного полистирола диаметром 0,1 - 0,3 мм до диаметра 1,0 - 2,5 мм производят в подвешивателях или на полуавтоматах. Последующие выдержка и просушка производятся в бункерах. Оборудование для сушки, стабилизации, хранения, подачи на рабочие места подвешенного полистирола несложно в изготовлении.

Всё технологическое оборудование для производства пенополистироловых моделей можно размещать на разных производственных площадках (комнатах), разделив на отдельные технологические операции, но связав их транспортно-складскими. Для экономии площади цеха модельные участки также можно располагать на втором этаже здания, откуда несложно подавать легковесные модели на формовку, что упрощает использование

имеющихся производственных площадей существующих литейных цехов для ЛГМ без строительства новых цехов и участков.

На рис. 5. приведён план размещения технологического оборудования модельного и формовочно-заливочного участков (в таблице указаны его обозначения и характеристики) для получения 1500 т отливок в год как пример реконструкции части действующего литейного цеха с целью выпуска на этих участках в основном деталей центробежных насосов для химической промышленности, а также выполнения единичных заказов на литьё из чёрных и специальных сплавов. Общая площадь цеха, занятая для изготовления моделей и отливок, составляет 510 - 550 м², в т. ч.: 1) плавильное отделение с шихтовой площадкой 100 м²; 2) обрубочно-очистное отделение 40 - 45 м²; 3) формовочно-заливочное отделение 110 - 120 м²; 4) пескоподготовительное отделение ≈ 30 м²; 5) модельное отделение 150 - 160 м².

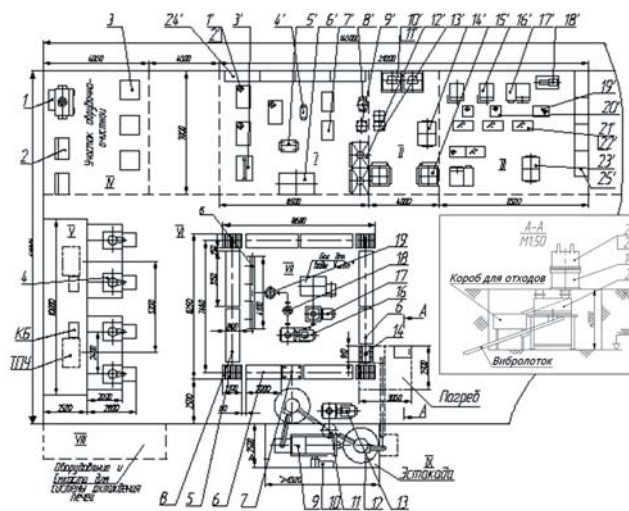


Рис. 5. Планировка цеха, модельный участок: I – площадка единичных моделей и сборки модельных блоков; II – площадка подготовки полистирола; III – площадка изготовления моделей; формовочно-заливочный участок: IV – отделение обрубki и очистки отливок; V – электроцистовое отделение с пультом управления плавильными печами ИСТ, тиристорными преобразователями и конденсаторными батареями; VI – плавильная площадка; VII – формовочно-заливочная площадка с ПТМ; VIII – отделение водоподготовки охлаждения печей ИСТ; IX – отделение пескоподготовки (обозначения см. в табл.).

Табл. Перечень технологического оборудования и комплектующих изделий для производства отливок из серого/высокопрочного чугуна, углеродистой/легированной стали, бронзы/латуни, алюминиевых сплавов по газифицируемым моделям в объеме 1500 т/год.

№ п/п	Наименование оборудования	Краткая технич. характеристика	Кол., шт.
Формовочно-заливочный участок			
1	Установка дробемётной очистки	H x B x L: 1600 x 1200 x 1500	1
2	Верстак с ручным эл. инструментом	B x L x H: 750 x 1200 x 1200	2
3	Тара для отливок	B x L x H: 600 x 800 x 500	3-5
4	Печь ИСТ-0,5	Q = 500 кВт, N = 580 кВт	2
5	Поворотное устройство	B x L x H: 750 x 1200 x 1200	4
6	Рольганг L = 200мм	L x B x H: 2000 x 800 x 450	2
7	Вибростол 2х координатный	Ax BxH: 1100x900x450, Nэл.=2 кВт	1
8	Рольганг L = 3150	L x B x H: 3150 x 800 x 450	6
9	Холодильник песка ХП-3,5	Q = 5,0 т/ч	1
10	Вентилятор ВЦ-3	N = 3,5 кВт, P = 0,03 - 0,05 атм	1
11	Циклон ЦАГИ N2 с гермет. бункером	Ø x H: Ø470 x 1400 мм	1
12	Силос	V = 8 м³, Ø x H: Ø2000 x 4000 мм	2
13	Вакуумный насос ВВН-12	N = 18 кВт, M = 800 кг	1
14	Стенд разгрузки	910 x 800, Q = 800 кг	1
15	Стенд заливки мет. 4-х постовой	H x L x B: 1000 x 4100 x 200	1
16	Вакуумный насос ВВН-6	N = 10 кВт, M = 620 кг	1
17	Установка каталитич. дожига УКДГ	Nэл. = 8 - 20 кВт, Nу. = 1 кВт	1
18	Вакуумный аккумулятор	Ø x H: Ø950 x 2000 мм	1
19	Осадитель пыли	Ø x H: Ø450 x 1300 мм	1
20	Вибросито	N = 2,2 кВт, M = 450 кг	1
21	Контейнер литейный	A x B x H: 600x600x600, M = 110 кг	8
22	Контейнер литейный	A x B x H: 800 x 800 x 800, M = 180 кг	6
Модельный участок			
1'	Стол рабочий	680 x 1100 мм	3
2'	Плита электрическая	N = 2,0 кВт	3
3'	Стол резки ППС	N=1,0 кВт	1
4'	Тара для деталей	500 x 600	1
5'	Тележка		1
6'	Тара для блочного ППС	1000 x 1500 x 2000	1
7'	Стол рабочий	6800 x 1000 мм	2
8'	Тара для противопожарной краски	V = 15 л	1
9'	Устройство приготовления краски	V = 15 л, N = 1,0 кВт	1
10'	Бункер вылёживания	AxBxH: 1200x1200x2500	2
11'	Устройство подсушки	N = 2,0 кВт, T = 45-60° C	2
12'	Тара для переноски ППС	400 x 400 x 500 мм	2-3
13'	Шкаф сушильный СШ-2	850 x 1200 x 2400, N = 2 кВт	2
14'	Тара для исходного ППС	A x B x H: 800 x 1200 x 1200	1-2
15'	Ванна подвспенивания	N = 8,7 кВт	2
16'	Автоклав ГП-100	N = 16 кВт	2
17'	Автоклав ГП-400	N = 28 кВт	2
18'	Компрессор	Q = 400 л/ч, P = 10 атм	1
19'	Ванна охлаждения	800 x 1100 x 1000 мм	2
20'	Ванна охлаждения	650 x 800 x 1000 мм	2
21'	Стол сборки пресс-форм	720 x 1200 x 1100 мм	4
22'	Устройство задувное	M = 0,3 кг	4
23'	Тара для вспененного ППС	V = 0,3 м³	1-2
24'	Стеллаж	650 x 1500 x 1800 мм	4
25'	Стеллаж	850 x 1500 x 2100 мм	4

Объем сухого песка, первоначально загружаемого в силосы – 18 м³. Сменная потребность песка для получения 2,8 т годных отливок – около 4 м³. После извлечения отливок и высыпания песка из форм его очищают при безвозвратных потерях в виде пылевидной составляющей 45 - 60 кг на 1 т отливок или в смену 126 - 168 кг (0,08 - 0,11 м³). Общая потеря формовочного материала, отсеянного на сите и осажженного пылеулавливателями, составляет 3 - 5% от сменной потребности. При выполнении 6 заливок в смену и потерях 4 - 5% от объема планируемого в смену песка общий отсев составляет менее 0,7 м³, из них 0,6 м³ можно регенерировать и использовать повторно.

Плановое количество работников для основной и вспомогательной служб (ИТР и рабочих) составляет 64 человека и даёт выпуск около 23,5 т отливок на 1 работающего в год. Съём с 1 м² площади составляет не менее 2,5 т отливок в год и зависит в основном от степени механизации, применяемого подъёмно-транспортного оборудования и схемы пескооборота. Производство моделей хотя и является определяющим качеством и выход годных отливок, не является критическим параметром для определения цеховых площадей, т.к. его можно разместить на разрозненных площадях, включая второй и выше этажи.

Анализ работы предприятий, где внедрён ЛГМ процесс, показывает, что расход электроэнергии на 1 т отливок не превышает 2000 кВт, в т.ч. ≈ 35% энергии идёт на плавку металла, 25 - 30% – на получение моделей, оставшаяся – на транспортные и др. технологические операции. ЛГМ процесс, на первый взгляд кажущийся простым, на самом деле требует тщательного соблюдения требований технологической инструкции по всей технологической цепочке – от подготовки материалов до получения отливки. Аналогично российским публикациям [3], уверенно можно утверждать: в цехах литья 15-ти наименований сложных отливок автодеталей из стали и алюминиевых сплавов уровень брака литья не превышает 6%. Такие отливки относятся к высокотехнологической продукции углублённой переработки, они вполне могут заместить материально- и энергосырьевую продукцию низкого уровня переработки, которая сегодня преобладает в отечественном экспорте.

Список литературы:

- Буданов Е. Н. Семь основных мифов и заблуждений относительно литейного производства // Литейное производство. 2009. №8. С. 3.
- Новости сайта РАЛ <http://www.ruscastings.ru> от 22.09.2009.
- Рыбаков С. А. Инновационные возможности литья по газифицируемым моделям, состояние и перспективы этого метода в России // Литейщик России. 2009. №4. С. 44 - 45.

Резюме.

Показана планировка проекта цеха литья по газифицируемым моделям для получения 1500 т отливок в год как пример реконструкции части действующего цеха. Реконструированные участки позволяют выпускать около 23,5 т отливок на 1 работающего в год при съёме не менее 2,5 т отливок в год с 1 м² площади. Отличие от традиционных литейных цехов состоит в отсутствии смесеприготовительного и стержневого участков, а линия охлаждения оборотного песка установлена на открытом воздухе у внешней стены цеха.

К.Х. Бердыев, В.С. Дорошенко, к.т.н.