(19) Евразийское патентное ведомство

(21) 202000330 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2022.03.31

(22) Дата подачи заявки
2020.09.29

(51) Int. Cl. ***B22C 1/02*** (2006.01)

(54) ДОБАВКА ДЛЯ ФОРМОВОЧНОЙ СМЕСИ И ФОРМОВОЧНАЯ СМЕСЬ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ФОРМ И СТЕРЖНЕЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЛИВОК С ЗАДАННОЙ РАЗМЕРНОЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТЬЮ

(96) **2020/EA/0063 (BY) 2020.09.29**

(71)(72) Заявитель и изобретатель:
СИНИЦКИЙ АЛЕКСАНДР АЛЕКСАНДРОВИЧ (BY)

(74) Представитель:
Беляева Е.Н., Беляев С.Б., Сапега Л.Л. (BY)

(57) Изобретение относится к добавкам для формовочного песка, используемого при изготовлении литейных форм и стержней. Данная добавка направлена на стабилизацию процессов, протекающих при термическом взаимодействии жидкого металла и литейной формы или стержня. Предложена добавка для формовочной смеси для изготовления литейных форм и стержней для получения отливок с заданной размерной и геометрической точностью, выполненная в виде полых керамических алюмосиликатных микросфер с содержанием Al_2O_3 в микросферах не менее 32%. Предложена также формовочная смесь для изготовления литейных форм и стержней, содержащая кварцевый песок, связующее, отвердитель и добавку - 30-50 мас.% полых керамических алюмосиликатных микросфер от массы смеси при содержании Al_2O_3 в микросферах не менее 32%. Добавка и формовочная смесь обеспечивают возможность изготовления литейных форм и литейных стержней, которые при заливке металла сохраняют свою (заданную) объёмную геометрическую форму и размеры, что обеспечивает возможность получения отливок с высокой степенью точности заданных формы и размеров, не требующих дальнейшей сложной механической доработки при существенном снижении брака.

202000330 A1

202000330 A1

Добавка для формовочной смеси и формовочная смесь для изготовления литейных форм и стержней для получения отливок с заданной размерной и геометрической точностью

Настоящее изобретение относится к добавкам для формовочного песка, используемого при изготовлении литейных форм и стержней. Данная добавка направлена на стабилизацию процессов, протекающих при термическом взаимодействии жидкого металла и литейной формы или стержня.

Для изготовления разовых песчано-глинистых форм применяют формовочные и стержневые смеси. Исходными материалами для них служат формовочный песок, формовочная глина, отработанная смесь, специальные связующие (стержневая смесь) и некоторые добавочные материалы (например, улучшающие податливость форм и др.). Качественный и количественный состав формовочных смесей определяет качество получаемых из них литейных форм и стержней и, тем самым, качество отливок, изготавливаемых с использованием указанных литейных форм и стержней. Большинство отливок имеют сложную объёмную конструкцию не только с внешними, но и с внутренними поверхностями.

В соответствии с нормативными документами [1] качество отливок определяется, в том числе, показателями качества поверхности отливок (в частности, шероховатость поверхности). Однако, общая структуризация показателей качества в стандарте не предусматривает дифференциации критериев качества внутренних и наружных поверхностей отливок, что во многом затрудняет решение задач, связанных с идентификацией критериев и управлением качеством отливок.

К наиболее часто встречающимся на практике дефектам отливок можно отнести: раковины, усадочную рыхлость и пористость, трещины, коробление, дефекты структуры,

несоответствие заданному химсоставу, поверхностные дефекты, а также дефекты формы и размеров отливки [2]. Дефекты формы и размеров отливки, включают, в частности, группу дефектов, характеризующихся несоответствием по геометрии, которая объединяет четырнадцать видов дефектов, обусловленных нарушением формы, неточностью размеров и массы отливки.

Известно, что дефекты внутренних поверхностей отливок можно разделить на четыре группы: дефекты несоответствия по геометрии, условно способные искажать размерную и геометрическую точность внутренних поверхностей отливок; дефекты поверхности, нарушающие целостность и рельеф поверхностей; дефекты в теле отливки, проявляющиеся на её внутренних поверхностях; дефекты структуры поверхностного слоя металла внутренних поверхностей [3]. Следует отметить, что из указанных групп дефекты несоответствия по геометрии, особенно в отношении внутренних поверхностей, являются наиболее проблемными и приводящими к большому проценту брака. В этой связи известны исследования, касающиеся управления качеством формовочной стержневой смеси (физико-механическими и эксплуатационными свойствами), которое заключается, в том числе, в управлении свойствами исходных формовочных материалов путём подбора и оптимизации, составом формовочной и стержневой смеси, режимами и условиями смешивания компонентов, факторами внешнего воздействия. Это позволяет регулировать физико-механические и эксплуатационные свойства формовочной стержневой смеси, такие, как прочность, газопроницаемость, газотворность, термостойкость, выбиваемость, регенерируемость [3].

Отливки, полученные с использованием литейных форм и литейных стержней, изготовленных с применением кварцевого песка, также, как правило, имеют дефекты геометрии, проявляющиеся в искажении конфигурации отливок и отклонении фактически размеров от заданных (образование так называемой, эллипсности внутренних цилиндрических отверстий и других дефектов). В результате, полученные отливки

необходимо подвергать дополнительной доработке, которая является трудоёмкой и, более того, не всегда возможна. Эти дефекты являются результатом деформаций литейного стержня, вызванных объёмным расширением огнеупорного наполнителя на основе кварца, в результате нагрева жидким металлом литейного стержня.

Известно, что качество, в частности, внутренних полостей отливок формируется литейным стержнем как изделием, эксплуатационные свойства которого должны обеспечивать формирование геометрически точных полостей с заданной шероховатостью поверхности. Поэтому стержень должен противостоять искажению геометрических и линейных размеров в условиях термомеханического воздействия расплава при заливке и кристаллизации отливки, а также предупреждать возникновение дефектов на внутренних полостях литых изделий. Сочетание прочностных и пластических свойств литейного стержня должно быть таковым, чтобы создавались такие условия механического нагружения системы металл-стержень, которые обеспечивали бы стабильность линейных размеров отливки, исключая искажение геометрических параметров внутренних полостей на всех стадиях: во время заливки, кристаллизации и охлаждении отливки. При этом несбалансированность системы, превышение механических нагрузок над прочностными и пластичными свойствами литейного стержня становится причиной образования таких характерных дефектов, как стержневой перекос, разностенность, прорыв металла, холодные и горячие трещины, недолив, нарост, залив, засор, просечки, песчаные раковины [4]. Таким образом, для сохранения геометрических параметров отливки, предупреждения образования пригара, отбела и других дефектов материал стержня при температуре взаимодействия с расплавом металла должен обладать оптимальным соотношением прочностных характеристик и пластичности, огнеупорностью, термостойкостью, теплопроводностью. С точки зрения термического взаимодействия важно управлять интенсивностью теплообмена, обеспечивающего необходимые условия кристаллизации и

охлаждения отливки, что возможно за счёт регулирования состава стержневой смеси, условий уплотнения и конструкции стержня (наличие полости в стержне).

Процесс термического взаимодействия расплава и литейного стержня (аналогично, для литейной формы) сопровождается полиморфными превращениями кристаллической решетки зёрен кварцевого наполнителя с их объёмным расширением. В практических условиях такое расширение не является равномерным и более интенсивно проявляется в областях литейного стержня, подвергающихся длительному перегреву. В условиях местного перегрева стержня это может стать причиной его деформации, в последствии искажающей размеры и геометрию внутренних полостей отливки.

Традиционно для решения подобных технологических задач предлагают использовать формовочные материалы с малым тепловым расширением. Наиболее распространенными материалами, применяемыми в качестве огнеупорного наполнителя, являются хромит, оливин, керамический песок [5]. Однако, применение данных материалов не всегда экономически целесообразно ввиду их высокой стоимости.

Вторым, радикальным, но вместе с тем малоприменимым на практике методом является применение смешанных видов песков (кварцевого песка – хромита, в том числе сферического, или оливина) [6]. Такие смешанные наполнители формируют высокую объёмную термостабильность смеси, однако параллельно характеризуются различным pH (кварц - кислотный; хромит/оливин - основной), что затрудняет эффективный выбор связующего для подобных смесей и негативно влияет на огнеупорность, предопределяя высокую вероятность образования пригара на поверхности стальных отливок.

С учётом этого, полное или частичное применение материалов с низким температурным расширением вместо кварцевого песка не является эффективным решением для снижения термических напряжений в литейной форме или литейном стержне при заливке металла.

Третьим, наиболее распространенным способом компенсации объёмных деформаций литейных стержней является применение органических добавок (опилки, древесная мука) действие которых, основано на образовании микропустот, в результате выгорания, которые компенсируют увеличение объема стержня и способствуют снижению напряжений в смеси [7]. Добавки такого рода весьма эффективны, однако они имеют весьма ограниченное применение вследствие повышения газотворности и снижении прочностных характеристик смеси.

В настоящее время перспективным материалом для применения в качестве добавки в формовочные смеси для изготовления литейных форм и литейных стержней является алюмосиликатные полые микросферы (АСПМ). Данный материал имеет низкий коэффициент линейного расширения, низкую газотворную способность. Известно, применение данного материала в качестве добавки, предотвращающей возникновение ужимин и просечек.

Так, известна добавка для изготовления литейных форм, которая обеспечивает предотвращение возникновения ужимин в отливках. Добавка содержит полые алюмосиликатные микросферы в количестве от 90% до 99% и флюс от 1% до 10% от общего веса добавки [8]. Полые алюмосиликатные микросферы содержат оксид алюминия в количестве от 15 мас. % до 45 мас. %. В формовочную смесь данная добавка вводится в количестве от 1 мас. % до 10 мас. %. В патенте нет указания, что добавка на основе АСПМ в заявленных количествах способна повышать стабильность геометрической формы и размеров во всём объёме литейных форм и литейных стержней при заливке металла.

Известна также формовочная смесь для изготовления литейных стержней или форм, содержащая песок, связующее и добавку в виде полых микросфер алюмосиликата в количестве 1-30 мас.% от массы формовочной смеси при содержании окиси алюминия в них 15-45 мас.% [9]. В качестве технического результата, который обеспечивается за счёт упомянутой выше добавки на основе АСПМ в составе

формовочной смеси, указана возможность сведения к минимуму такого явления, как образование «ужимин». И хотя в этом патенте упоминается, что расширение кремнезема, присутствующего в формовочной смеси, не сопровождается увеличением размеров стержня, так как расширение снимается за счёт внутренних пространств полых микросфер, что таким образом позволяет полностью избежать образование трещин на поверхности стержня и, следовательно, образование «ужимин», в патенте также нет указания, что добавка на основе АСПМ в заявленных количествах способна повышать стабильность геометрической формы и размеров во всём объёме литейных форм и литейных стержней при заливке металла.

Ещё одно техническое решение формовочных смесей и добавок для них для предотвращения возникновения ужимин при изготовлении металлических деталей предлагает использование в качестве добавки, предотвращающей возникновение ужимин, полых алюмосиликатных микросфер, которые добавляют к песку в количестве от 1 мас.% до 30 мас.% [10]. Микросферы должны содержать оксид алюминия в количестве от 20% до 35%. Эти полые микросферы предотвращают возникновение трещин в литейных стержнях и формах в результате их способности давать усадку и сминаться в под действием тепла расплавленного металла. Когда они дают усадку и сминаются, образующиеся полости поглощают расширение кремнезема, предотвращая или снижая возникновение трещин, приводящих к ужиминам. При использовании таких полых микросфер возникает проблема, заключающаяся в том, что если их содержание в песчаной смеси не превышает 10 мас.%, то они не дают оптимальных результатов, то есть они не всегда предотвращают возникновение ужимин в необходимой степени. С другой стороны, если используются повышенные количества полых микросфер (более 10%, обычно от 20% до 30%), проблема предотвращения возникновения ужимин решается, однако механические характеристики стержней и форм при заявленном содержании в микросферах оксида алюминия ухудшаются.

Таким образом, анализ уровня техники показал, что возможность получения отливок с заданной размерной и геометрической точностью при применении АСПМ в качестве добавки в формовочную смесь для изготовления литейных форм и стержней не описано современной литературе и патентах. Потому дальнейшие исследования применения АСПМ в данном направлении представляют научный и практический интерес.

Также, учитывая отсутствие в уровне техники решений формовочных смесей и добавок на основе АСПМ для формовочных смесей для изготовления отливок с заданной размерной и геометрической точностью, прототип для заявляемой добавки и формовочной смеси не выбран.

Специалистам в данной области техники известно, что надёжность работы литых деталей, снижение трудо-, энерго- и материалоёмкости их изготовления во многом определяются стабильностью размерной и геометрической точности отливок. Ввиду этого обеспечение заданных геометрических характеристик отливок является актуальной технологической задачей на литейных предприятиях. Автором в ходе выполнения научных работ были исследованы механизм и причины образования дефектов отливки, проявляющихся в отклонении геометрии внутренней полости от «цилиндричности» [11]. Результаты практических экспериментов были подтверждены на компьютерных моделях, созданных в пакете MAGMASOFT, где, в частности, были проанализированы распределения температур металла в теле отливки в период заливки и затвердевания. По результатам исследований и моделирования было установлено, что причины искажения геометрической формы отверстий связаны с деформацией литейного стержня в ходе термического и механического взаимодействия с расплавом. Так, с точки зрения механического взаимодействия в период заливки и затвердевания литейный стержень подвергается воздействию сил статического давления жидкого металла и сил усадочного характера. В условиях локального перегрева стержня это может стать причиной деформаций. Из результатов проведённого моделирования следует, что в области отливки,

где выявлено несоответствие по геометрии, сконцентрированы длительные термические нагрузки, что является причиной перегрева стержня и протекания объёмных термических расширений зёрен кварцевого песка. На основании полученных сведений о локальном перегреве стержня были также проведены исследования, касающиеся применения вспомогательных добавок различного (неорганического, органического и гибридного) происхождений. В качестве одной из возможных добавок исследовались полые алюмосиликатные микросферы с различным содержанием оксида алюминия (Al_2O_3).

Таким образом, задачей изобретения является получение добавки для формовочной смеси, а также формовочной смеси для изготовления литейных форм и стержней для получения отливок. Добавка и формовочная смесь должны обеспечивать возможность изготовления литейных форм и литейных стержней, которые при заливке металла сохраняют свою (заданную) объёмную геометрическую форму и размеры, что обеспечивает возможность получения отливок с высокой степенью точности заданных формы и размеров, не требующих дальнейшей сложной механической доработки при существенном снижении брака.

Поставленная задача решается и указанные выше технические результаты достигаются заявляемой добавкой для формовочной смеси для изготовления литейных форм и стержней для получения отливок с заданной размерной и геометрической точностью, выполненной в виде полых керамических алюмосиликатных микросфер с содержанием Al_2O_3 в микросферах не менее 32%.

В предпочтительных формах реализации заявляемой добавки диаметр микросфер составляет 100-300 мкм, а толщина стенки микросферы составляет 5-10%, от диаметра микросферы.

Поставленная задача решается, и указанные выше технические результаты достигаются также заявляемой формовочной смесью для изготовления литейных форм и стержней, содержащей кварцевый песок, связующее, отвердитель и добавку в виде полых

керамических алюмосиликатных микросфер с, за счёт того, что формовочная смесь содержит 30-50 мас. % полых керамических алюмосиликатных микросфер от массы смеси при содержании Al_2O_3 в микросферах не менее 32%.

В предпочтительных формах реализации формовочной смеси диаметр микросферы составляет 100-300 мкм, а толщина стенки микросферы составляет 5-10%, от диаметра микросферы.

Следует также отметить, что заявляемая формовочная смесь, кроме указанных выше, может также содержать другие компоненты, например, литейные присадки, связующие материалы и т.п., традиционно используемые в этой отрасли.

Как известно, АСПМ в составе литьевых форм и литьевых стержней в области поверхностей литьевой формы или литьевого стержня обладают способностью сминаться под тепловым воздействием расплава металла, при этом образуя полости, компенсирующие расширение кварцевого песка, что способствует предотвращению образования поверхностных трещин и ужимин.

Однако, автор обнаружил, что добавление в формовочную смесь для изготовления литейных стержней или форм, содержащую песок, связующее, отвердитель, АСПМ в количестве 30-50 мас.% от массы формовочной смеси при содержание окиси алюминия в них не менее 32 мас.%, позволяет получать с использованием изготовленных из такой смеси литейных формах и литейных стержнях отливок с практически 100%-ой заданной размерной и геометрической точностью. Вероятнее всего, это происходит за счёт того, что сминание полых микросфер под тепловым воздействием расплава металла при содержании полых микросфер в заявленном диапазоне происходит не только в «приграничных» областях литьевых форм и литьевых стержней, но и по всему объёму литьевой формы и литьевого стержня. Таким образом, обеспечивается не только требуемое качество поверхностей отливок (отсутствие поверхностных трещин, ужимин и заданная шероховатость), особенно внутренних, но и стабильность заданной геометрической формы

и размеров, что позволяет исключить, в частности, эллипсность внутренних цилиндрических отверстий, которая в уровне техники является распространённым и практически неустранимым дефектом.

Автором был проведен ряд опытов, с использованием алюмосиликатных полых микросфер, вводившихся в различных количествах в формовочную смесь, которые позволили выявить прямую зависимость между количеством добавки (15-50 мас. % от массы стержневой смеси), содержанием оксида алюминия в полых микросферах (31 мас.%, 32 мас.%, 35 мас.%) и точностью получаемого размера и формы отверстия. Также были проведены опыты с использованием формовочных смесей, не содержащих добавку АСПМ.

При проведении опытов применялся способ изготовления литейного стержня или литейной формы, известный, в частности, их упомянутого выше патента [9], который включает засыпку формовочной смеси в опоку, формование литейного стержня или литейной формы с последующим холодным отверждением стержня или формы до требуемого состояния и извлечением стержня или формы из опоки. Также применялся описанный в данном источнике информации способ изготовления отливок, включающий помещение литейного стержня или литейной формы в приспособление для литья и заливку жидкого металла, затем охлаждение и отверждение металла и извлечение отливки из приспособления для литья. Более подробно, схема проведения опытов включает следующие стадии:

(1) подготовка и засыпка формовочной смеси, согласно изобретению, в опоку для формовки неотвержденного стержня или формы;

(2) воздействие на неотвержденные на стадии (1) стержень или форму катализатором отверждения;

(3) отверждение неотвержденных на стадии (2) стержня или формы до приемлемого состояния;

(4) отделение стержня или формы от опоки,

(5) помещение стержня или формы, полученных на стадии (4), в приспособление для литья;

(6) заливка жидкого металла в упомянутое приспособление для литья;

(7) охлаждение и отверждение металла, залитого в устройство для литья;

(8) отделение отливки от устройства для литья.

Стадия (1) включала перемешивание формовочной смеси, содержащего кварцевый песок с добавкой в виде полых керамических алюмосиликатных микросфер при различном их количественном содержании и при различном содержании в них Al_2O_3, со связующей смолой до получения однородной смеси. После отверждения, смола содействует связыванию и сцеплению частиц и отверждению формы или стержня. На стадии (1) может использоваться любой тип смолы, обычно используемый при изготовлении литейных стержней и форм. В общем случае, могут использоваться фенолуретановые смолы, насыщенные амином; акриловые эпоксидные смолы, насыщенные SO_2; щелочно-фенольные смолы, насыщенные метилформиатом или CO_2; фенолформальдегидные смолы; фурановые смолы; фенольные смолы; карбамид-формальдегидные смолы или различные их сочетания.

После перемешивания формовочной смеси со смолой, смесь помещали в форму для изготовления литейной формы или литейного стержня. Конфигурация литейной формы и/или литейного стержня определяет форму отливаемой металлической детали. Для уплотнения получаемой формы или стержня на стадии (3) применяли виброуплотнение. Для целей настоящего изобретения может использоваться любой обычно используемый в отрасли отверждающий катализатор. После уплотнения и отверждения литейных форм или литейных стержней их отделяли от формы, в которой их получали, и использовали для отливки деталей из расплава металла. В частности, в опытах изготавливали отливки «Стойка» из сталей 20 Л, 20 ГЛ согласно ГОСТ 977-88.

Результаты проведенных опытов позволили установить зависимость, которая проявляется в том, что увеличение до определённого предела в формовочной смеси количества добавки на основе АСПМ при увеличении содержания оксида алюминия благоприятно сказывается на точности размера отверстия.

Было также установлено, что, кроме предотвращения искажения внутренней конфигурации отливок и их размеров, введение в состав формовочной смеси заявляемой добавки в заявляемых количествах также благоприятно влияет на податливость литейной формы и литейного стержня, обеспечивая снижение величин внутренних механических напряжений в них.

Результаты замеров диаметра отверстий в опытных отливках, полученных с использованием литейных стержней различного состава, представлены в виде диаграмм на фиг. 1 - фиг. 3 – для формовочных смесей с АСПМ с содержанием оксида алюминия 31 мас.%, 32 мас.%, 35 мас.%, соответственно. При этом результаты замеров диаметра отверстий по оси Y (верхняя ломаная) и замеров диаметра тех же отверстий по оси X (нижняя ломаная) для стержней различных составов для наглядности выделены «прямоугольниками» для различных составов формовочных смесей (состав смеси, а также числовые значения диаметров по вертикали и по горизонтали приведены в нижней части диаграммы). Горизонтальными штрихпунктирными линиями на диаграмме обозначен заданный диаметр (КД) отверстий в отливках, а также минимальное ($КД_{min}$) и максимальное ($КД_{max}$) допустимое значение диаметра.

Отливки, полученные с использованием литейных стержней, полностью изготовленных из кварцевого песка, во всех опытах имеют ярко выраженную «эллипсность» отверстий и значения их диаметров по вертикали намного выходят за пределы допустимых отклонений.

В поле допуска 50,8-54 мм и без существенных отклонений размеров по вертикальной и горизонтальной оси находятся диаметры (и по вертикали, и по горизонтали)

отверстий отливок, полученных с использованием литейных стержней, полностью изготовленных из хромита (как уже было отмечено выше, хромит является дорогостоящим материалом, и его использования является экономически нецелесообразным), а также из формовочной смеси по изобретению.

Отливки, полученные с использованием литейных стержней, изготовленных из кварцевого песка с добавлением 15 мас.% и 20 мас.% АСПМ во всех опытах, имеют небольшое отклонение значения диаметра отверстия по горизонтальной оси, но отклонение значения диаметра отверстия по вертикальной оси превышает максимально допустимое, что говорит о выраженной «эллипсности» отверстий.

Отливки, полученные в опытах с использованием литейных стержней, изготовленных из кварцевого песка с добавлением 30 мас.% и 50 мас.% АСПМ с содержанием менее 32 мас.% Al_2O_3, также имеют отклонения геометрических размеров (фиг. 3).

Отливки, полученные в опытах с использованием литейных стержней, изготовленных из кварцевого песка с добавлением 30 мас.% и 50 мас.% АСПМ с содержанием 32 мас.% (фиг. 2) и 35 мас.% Al_2O_3 (фиг. 1) демонстрируют самые незначительные отклонения значения диаметра отверстия и по горизонтальной оси, и по вертикальной оси от заданного и данные отклонения по величине сопоставимы, что подтверждает отсутствие эллипсности и соответствие диаметра отверстия заданным размерам.

Отливки, полученные в опытах с использованием литейных стержней, изготовленных из кварцевого песка с добавлением 30 мас.% и 50 мас.% АСПМ с содержанием 32 мас.% и 35 мас.% Al_2O_3 демонстрируют самые оптимальные результаты как по соблюдению установленных размеров отверстий, так и по сохранению их круглой формы.

На Фиг. 4а, 4б, для сравнения, представлены фотографии отливок, полученные с использованием литейных форм и литейных стержней, изготовленных из формовочной смеси по изобретению и из формовочной смеси с добавкой АСПМ в количестве ниже заявленного.

Таким образом, проведенные опыты подтверждают, что ввод в стержневую смесь добавки АСПМ менее 30% не обеспечивает оптимальных результатов, т. е. они не всегда предотвращают термическое расширение кварцевого песка в необходимой мере по всему объёму литейной формы и литейного стрежня.

Ввод в стержневую смесь добавки АСПМ более 50% приводит к значительному снижению прочностных характеристик смеси. Улучшение прочностных параметров в свою очередь потребует ввод значительного количества связующих материалов, что негативно отразится на себестоимости изделий, приведет к повышенному газообразованию смеси, снижению податливости смеси и повышению сопротивления формы и стержня усадочным напряжениям в отливке.

Снижение содержания оксида алюминия в АСПМ ниже 32 мас.% приводит к снижению качества внутренних поверхностей отливок. Это обусловлено общим ухудшением огнеупорности стержневой смеси.

Источники информации.

1. ГОСТ 4.439-86
2. Контроль качества отливок. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Техническая диагностика и контроль качества» для студентов, обучающихся по направлению 150700 «Машиностроение». Составители В.С. Люкшин, Д.Б. Шатько. Издательство Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2014.
3. И.Б. Одарченко, И.Н. Прусенко, Управление качеством литейных стержней и внутренних поверхностей отливок, журнал «Литьё и металлургия», № 1(78), 2015, с. 12-16.

4. И.Б. Одарченко, И.Н. Прусенко, Процессы взаимодействия жидкого металла и литейного стержня при формировании качества внутренних полостей отливок, журнал «Литьё и металлургия», № 4(81), 2015, с. 33-37.
5. Опыт применения формовочных смесей на основе кварцевых, оливиновых, хромитовых песков. Буклет компании Sibelco.ru. 2012 г. [Электронный ресурс] - 22 сентября 2020 г. - Режим доступа: https://docplayer.ru/33622367-Opyt-primeneniya-formovochnyh-smesey-na-osnove-kvarcevyh-olivinovyh-hromitovyh-peskov-2.html
6. А. А. Коробов, Повышение качества поверхности отливок в результате применения сферического хромита SPHERICHROME, журнал «Литьё и металлургия», № 3(67), 2012, с. 61-62.
7. Вспомогательные формовочные материалы. Интернет-ресурс «Сталь и всё о стали». [Электронный ресурс] - 22 сентября 2020 г. - Режим доступа: https://www.inmetal.ru/360-vspomogatelnye-formovochnye-materialy.html
8. Патент RU № 2570680 C2, опубл. 10.12.2015 г.
9. Патент RU № 2202437 C2, опубл. 20.04.2003 г.
10. Патент EP № 0891954 B1, опубл. 20.01.1999 г.
11. И.Б. Одарченко, А.А. Синицкий, И.Н. Прусенко, Обеспечение стабильности внутренних полостей стальных отливок, журнал «Литьё и металлургия», № 1, 2019, с. 24-27.

Евразийский патентный поверенный,
рег. № 96 Е.Н.Беляева

Формула изобретения

1. Добавка для формовочной смеси для изготовления литейных форм и стержней для получения отливок с заданной размерной и геометрической точностью, выполненная в виде полых керамических алюмосиликатных микросфер с содержанием Al_2O_3 в микросферах не менее 32%.

2. Добавка по п. 1, **отличающаяся тем, что** диаметр микросфер составляет 100-300 мкм.

3. Добавка по любому из пп. 1 или 2, **отличающаяся тем, что** толщина стенки микросферы составляет 5-10%, от диаметра микросферы.

4. Формовочная смесь для изготовления литейных форм и стержней, содержащая кварцевый песок, связующее, отвердитель и добавку по любому из пп. 1-3 в виде полых керамических алюмосиликатных микросфер, **отличающаяся тем, что** содержит 30-50 мас. % полых керамических алюмосиликатных микросфер от массы смеси при содержании Al_2O_3 в микросферах не менее 32%.

5. Смесь по п. 4, **отличающаяся тем, что** диаметр микросферы составляет 100-300 мкм.

6. Смесь по любому из пп. 4 или 5, **отличающаяся тем, что** толщина стенки микросферы составляет 5-10%, от диаметра микросферы.

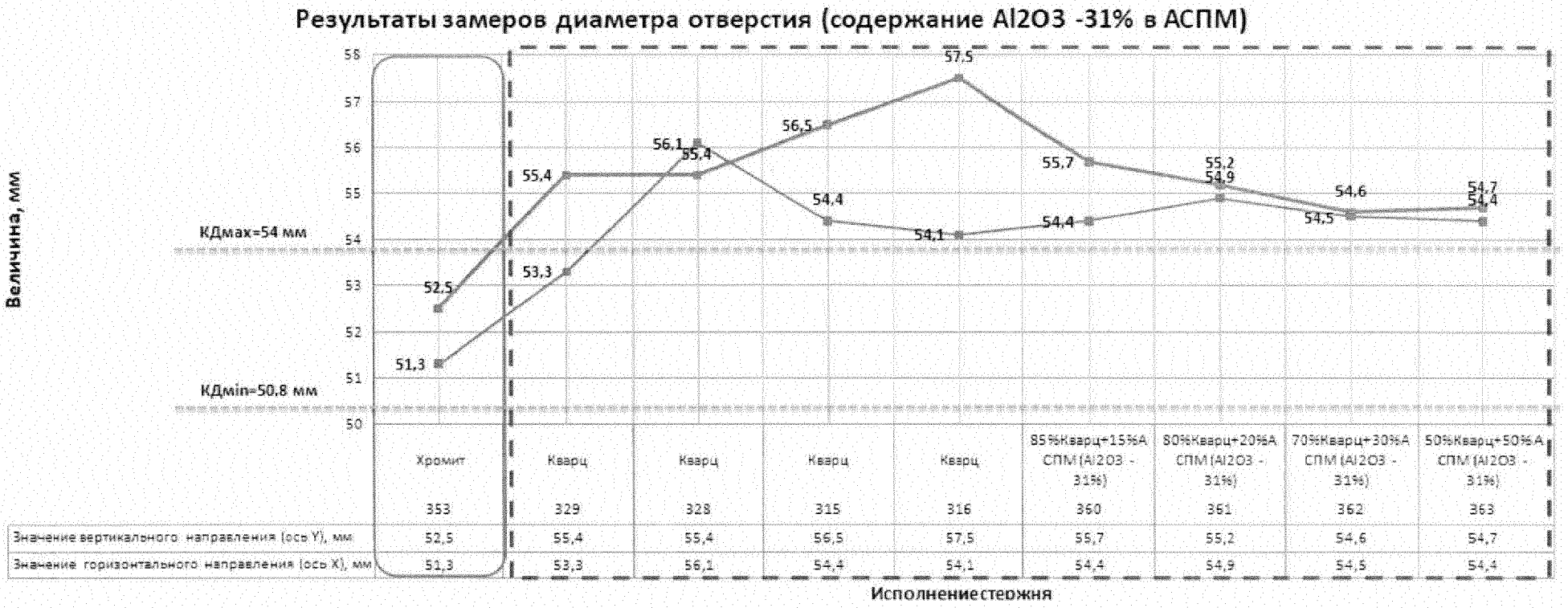
Евразийский патентный поверенный,
рег. № 96 Е.Н.Беляева

Результаты замеров диаметра отверстия (содержание Al2O3 -35% в АСПМ)
Величина, мм
КДmax=54 мм
КДmin=50,8 мм
Исполнение стержня
Значение вертикального направления (ось Y), мм
Значение горизонтального направления (ось X), мм
Хромит
Кварц
Кварц
Кварц
Кварц
85%Кварц+15%АСПМ(Al2O3 - 35%)
80%Кварц+20%АСПМ(Al2O3 - 35%)
70%Кварц+30%АСПМ(Al2O3 - 35%)
50%Кварц+50%АСПМ(Al2O3 - 35%)
353
329
328
315
316
325
327
354
352
52,5
55,4
55,4
56,5
57,5
55,3
54,7
52,5
52
51,3
53,3
56,1
54,4
54,1
53,5
52,3
51,9
51,6

Фиг. 1

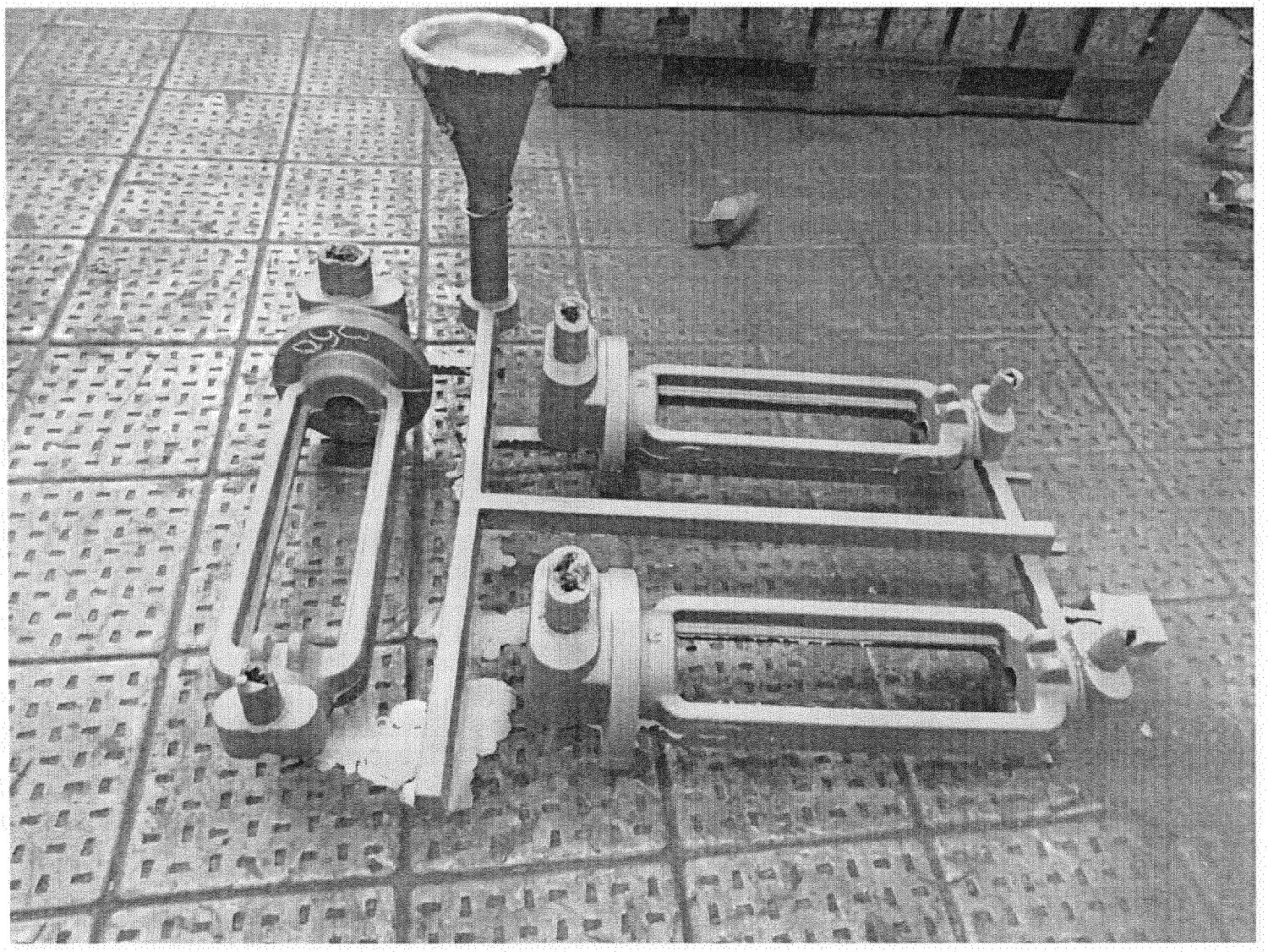
	Хромит	Кварц	Кварц	Кварц	Кварц	85%кварц+15%АСПМ (Al2O3 - 31%)	80%кварц+20%АСПМ (Al2O3 - 31%)	70%кварц+30%АСПМ (Al2O3 - 31%)	50%кварц+50%АСПМ (Al2O3 - 31%)
	353	329	328	315	316	340	341	343	344
Значение вертикального направления (ось Y), мм	52,5	55,4	55,4	56,5	57,5	54,8	54,7	53,4	53,2
Значение горизонтального направления (ось X), мм	51,3	53,3	56,1	54,4	54,1	54,4	54,3	53,2	53

Фиг. 2

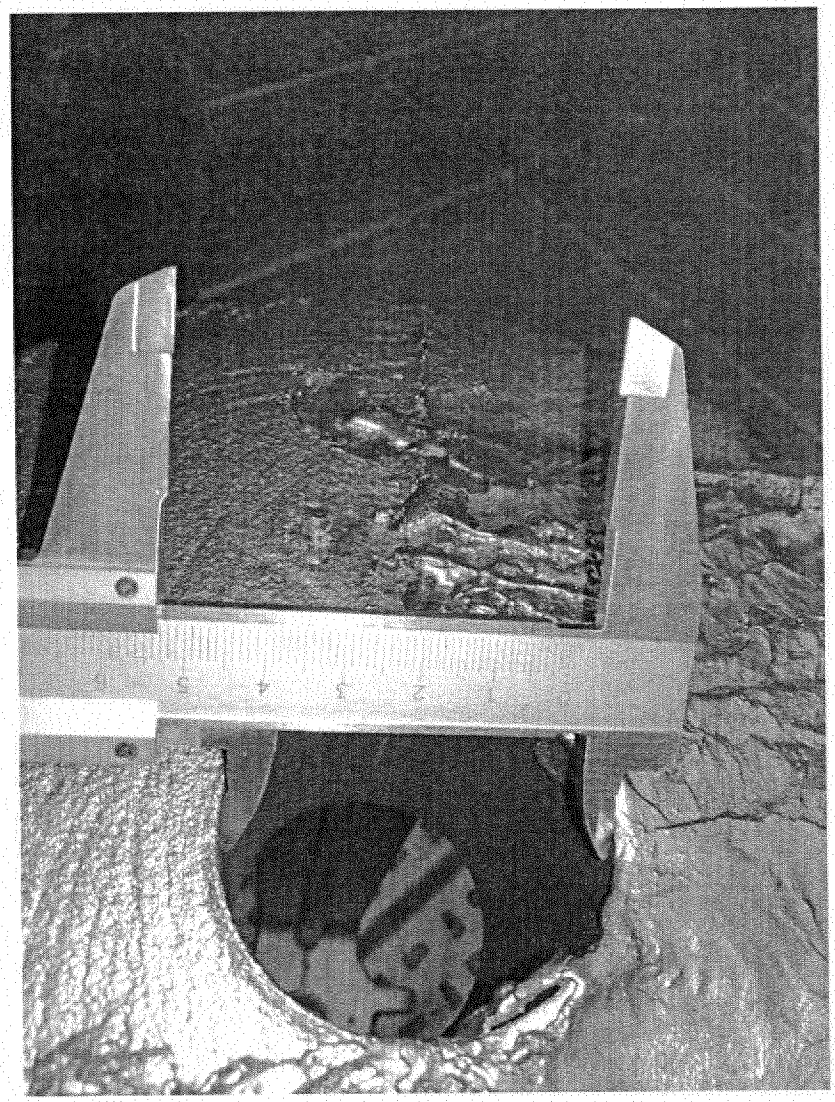


	Хромит	Кварц	Кварц	Кварц	Кварц	85%Кварц+15%АСПМ (Al2O3 - 31%)	80%Кварц+20%АСПМ (Al2O3 - 31%)	70%Кварц+30%АСПМ (Al2O3 - 31%)	50%Кварц+50%АСПМ (Al2O3 - 31%)
	353	329	328	315	316	360	361	362	363
Значение вертикального направления (ось Y), мм	52,5	55,4	55,4	56,5	57,5	55,7	55,2	54,6	54,7
Значение горизонтального направления (ось X), мм	51,3	53,3	56,1	54,4	54,1	54,4	54,9	54,5	54,4

Фиг. 3



Фиг. 4а



Фиг. 4б

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ

(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки: **202000330**

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:
B22C 1/02 *(2006.01)*

Согласно Международной патентной классификации (МПК)

Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:

Просмотренная документация (система классификации и индексы МПК)
B22C 1/00, 3/00, 9/00, C04B 33/00, 35/00

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, используемые поисковые термины)
EAPATIS, ESPACENET, поисковые системы национальных ведомств, открытые интернет-источники

В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
X	RU2202437C2 (ИБЕРИЯ ЭШЛАНД КЕМИКАЛ, С.А.), 20.04.2003 реферат, стр. 4 левая кол. строки 34-62, правая кол. строки 10-35 описания изобретения	1-6
X	EA015778B1 (АШЛАНД-ЗЮДХЕМИ-КЕРНФЕСТ ГМБХ), 30.12.2011 стр. 3 пятый абзац, стр. 3 восьмой абзац – стр. 4 первый абзац, стр. 7 последний абзац, стр. 8 второй абзац описания изобретения	1-3
Y	– ‖ –	4-6
Y	EP1543897A1 (IBERIA ASHLAND CHEM SA), 22.06.2005 абзацы 0013, 0024, 0025 описания изобретения	4-6
A	– ‖ –	1-3
X	US2006151575A1 (GIENIC ANTONI et al.), 13.07.2006 абзацы 0023, 0067-0072, 0130-0133 описания изобретения	1
A	– ‖ –	2-6

☐ последующие документы указаны в продолжении

* Особые категории ссылочных документов:
«A» - документ, определяющий общий уровень техники
«D» - документ, приведенный в евразийской заявке
«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее
«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.
"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«T» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения
«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности
«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории
«&» - документ, являющийся патентом-аналогом
«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: **13/05/2021**

Уполномоченное лицо:
Заместитель начальника отдела механики, физики и электротехники

М.Н. Юсупов