

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035330**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.05.28

(51) Int. Cl. **B22C 15/08 (2006.01)**
B22C 19/04 (2006.01)

(21) Номер заявки
201792461

(22) Дата подачи заявки
2016.06.15

(54) СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЬЕВЫХ ФОРМ ИЗ ФОРМОВОЧНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ЛИТЬЯ

(31) **102015109640.4; 102015109805.9**

(56) **DE-T2-60217205**

(32) **2015.06.17; 2015.06.18**

(33) **DE**

(43) **2018.07.31**

(86) **PCT/IB2016/053537**

(87) **WO 2016/203394 2016.12.22**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**КЮНКЕЛЬ ВАГНЕР ДЖЕРМАНИ
ГМБХ (DE)**

(72) Изобретатель:
Ибург Франк (DE)

(74) Представитель:
Нилова М.И. (RU)

(57) Задачей изобретения является изготовление усовершенствованных литевых форм для металлического литья без повышения сложности изготовления. "Усовершенствованную" форму можно охарактеризовать тем, что она в течение продолжительного времени, в том числе при изменении или замене показателей качества, значит, по меньшей мере одного из многих свойств формовочного материала, сохраняет поверхность однородной твердости из формовочного материала. Для этого предложено изготовление из формовочного материала литевой формы для литья прочностью не ниже, чем у металлического литья. Гранулированную формовочную смесь загружают в качестве формовочного материала (41) в опоку (40). Формовочный материал (41) уплотняется внутри опоки (40) в формовочной машине над моделью (44), установленной на подмодельной плите (46). На первом этапе опоку (40) перемещают прессующим устройством (1) по первому рабочему пути до ограничителя хода на раме (13) головки (10) пресса. На втором этапе подмодельную плиту (46) перемещают прессующим устройством по второму рабочему пути (s_1 , s_2) в конечный пункт для упрочнения или уплотнения (изготовления) литевой формы из формовочного материала. Длина второго рабочего пути (s_1 , s_2) изменяется в зависимости от формовочного материала преимущественно автоматическим способом, т.е. длина второго рабочего пути (s_1 , s_2) изменяется (100, 102, 102') в зависимости от силы, определенной по окончании предыдущего упрочнения или уплотнения формовочного материала предыдущей литевой формы вследствие изменения по меньшей мере одного свойства неуплотненного формовочного материала (41). Предложенная формовочная машина реализует вид регулирования твердости (регулирования прочности) формовочного материала (41) в уплотненной форме.

B1**035330****035330****B1**

Данное раскрытие изобретения (и формула изобретения) относятся к изготовлению литейной формы из формовочного материала с заданной или текущей задаваемой минимальной твердостью для металлического литья. При этом загружают формовочную смесь в опоку и уплотняют формовочную смесь в опоке. Согласно изобретению уплотнение осуществляется в два этапа: на первом этапе опоку перемещают с помощью головки пресса по первому рабочему пути до ограничителя хода, и на втором этапе формовочный материал перемещают по второму рабочему пути в конечный пункт и при этом подвергают дополнительному уплотнению. Длина второго рабочего пути зависит от состава и свойств формовочного материала.

Формовочные материалы, или формовочные смеси, применяемые при изготовлении литейных форм из формовочного материала для металлического литья, имеют на стороне приложения силы после уплотнения более высокую прочность формы, нежели на стороне, обращенной от направления приложения силы. При этом расхождения между значениями прочности пропорциональны силовым воздействиям на соответствующие области. Данный эффект объясняется тем, что силовые воздействия со стороны приложения силы передаются под углом естественного откоса уплотняемого формовочного материала. Это означает, что силовые воздействия соразмерно поддерживаются трением на боковых ограничителях, например на стенке опоки либо на установленных на высоте или выступающих вверх контурах модели.

Это неодинаковое воздействие сил приводит к неравномерному уплотнению формовочного материала в опоке. Это, в свою очередь, приводит к неоднородной прочности литейной формы из формовочного материала. Для уменьшения или компенсации этих неравномерностей уплотнения формовочного материала, начиная с 60-х годов, были разработаны различные способы предварительного уплотнения. Благодаря этим способам были уменьшены различия между уплотнением на стороне формовки формовочного материала, к которой подводится силовое воздействие, и на противоположной стороне. В результате, усредненная прочность литейной формы из формовочного материала повышается.

Повышение качества литейных форм из формовочного материала, достигаемое посредством пост-уплотнения, т.е. благодаря получаемому при этом более эффективному уплотнению материала в областях, удаленных от места приложения силы, не привело, однако, к постоянному повышению прочности литейной формы или качества литейных форм из формовочного материала, что желательно для обеспечения выпуска на постоянной основе изделий высокого качества с низким процентом брака.

DE 4425334 C2 (DIS, Danish Industry): в строках 38-45 столбца 1 данного документа заметно стремление представить поверхность литейной формы достаточно твердой. Хотя в документе воздействие именуется не силой, а давлением, в отношении одной и той же поверхности оно означает также силу. Между тем, данное предложение из известного уровня техники действует не в отношении опоки и приданной ей подмодельной плиты (на которой установлена модель и которая перемещается напротив опоки), а в отношении уплотнения формовочной смеси, загруженной в формовочную камеру - там же столбец 2, строки 29-39. Каждая из указанных в том документе прессующих плит 3, 8 содержит модель 4, 5 на своей поверхности, и эти поверхности перемещаются в поперечном направлении относительно друг друга так, что загруженная в формовочную камеру формовочная смесь уплотняется и образуется требуемая часть формы (часть литейной формы).

В DE 60217205 T2 (Sintokogio) поставлена аналогичная задача, связанная со свойствами формовочной смеси, и признан тот факт, что различные формовочные смеси различаются между собой по свойствам и поэтому требуются корректировочные действия, чтобы обеспечить описанную в абзаце [06] этого документа пропорционально распределенную высоту формовочной смеси, к тому же в оптимальных условиях уплотнения. Оптимальным образом это описано в последовательности абзацев [042]-[045] указанного документа. Датчик давления указан при этом только в абзаце [69], и его назначение состоит в обеспечении дифференциации между первой фазой уплотнения (названной первичным уплотнением в абзаце [042]) и второй фазой уплотнения (названной в абзаце [043] вторичным уплотнением), что там повторно находит отражение в п.5 формулы. Датчик давления вызывает переход от первичного уплотнения к вторичному уплотнению.

Существует потребность в способе изготовления литейных форм из формовочного материала для металлического литья с повышенной степенью равномерности уплотнения формовочного материала, благодаря которой повышается прочность литейной формы из формовочного материала. Этим достигается - эффективнее, чем раньше, - стабильно высокое качество изделий металлического литья и сокращение количества дефектных литейных форм из формовочного материала (и отливок). Сохраняется потребность в установке для изготовления литейных форм из формовочного материала на длительный срок со стабильно высоким качеством форм.

Задача изобретения состоит в изготовлении усовершенствованных форм для металлического литья без усложнения процесса их производства. "Усовершенствованные" можно интерпретировать таким образом, что в течение длительного времени, в том числе при изменении по меньшей мере одного из многих свойств формовочного материала или варьировании его качества, литейная форма из формовочного материала имеет одинаково прочную поверхность.

Эту задачу решают с помощью способа (по п.1 или 20 формулы), но также посредством устройства (по п.15 формулы). Они включены в данный документ в полном объеме.

Двухступенчатый способ (по п.26), также являющийся предметом данного изобретения, состоит из первого этапа и второго этапа, и для второго этапа имеется второй рабочий путь, который согласно третьему отличительному признаку устанавливается и соответствующим образом изменяется. Изменение требуется при изменении свойства формовочной смеси. Если формовочная смесь неизменна, никакое регулирующее вмешательство не требуется. Это так называемое "устойчивое состояние" заданного здесь регулировочного участка. Измерение параметров предшествующего процесса уплотнения оказывает регулирующее воздействие на следующий за ним процесс уплотнения (или на один из последующих процессов уплотнения).

Заявленные изобретения (пп.1, 20, 26 формулы) действуют в качестве способа работы, каждый по-своему с абсолютным отличием от известного уровня техники. Предусмотрена еще одна вводная величина, а именно "сила", которую определяют по качеству и твердости формы, полученной в результате предыдущего процесса литья и которая указывает путь для последующих процессов литья, задаваемый в качестве второго рабочего пути перед подъемом подмодельной плиты.

Второе расстояние регулируется, или на языке специалистов "устанавливается" (согласно п.15 формулы), когда опока опирается сверху на головку пресса. При этом практически отсутствует возможность дальнейшего перемещения вверх для действующего снизу прессующего устройства. Далее следует перемещение (второй шаг в п.1 формулы), дальше перемещается вверх (только) подмодельная плита посредством прессующего устройства, сама опока не может дальше перемещаться, но подмодельная плита движется по второму рабочему пути, чтобы достичь цели, каковой является нижний край опоки.

Этот второй рабочий путь (п.1 формулы, последний отличительный признак) устанавливается в зависимости от силы. Данная сила характеризует собой твердость литейной формы на поверхности и используется в настоящем изобретении в качестве вводной величины, на основе которой определяется необходимый путь во втором процессе литья. В сущности, это регулировка прочности или твердости поверхности формовочной смеси путем задания рабочего хода модели в качестве приоритетного регулирования. Согласно изобретению это достигается не в одном и том же процессе, а с выдержкой времени по окончании предыдущего процесса литья. DE 60217205 T2 демонстрирует опоку, требующую регулировки расположения. DE 4425334 C2 не является раскрытием ни одной из опок, и соответственно здесь не указан критерий в отношении позиции, на которую должна быть выполнена установка по отношению к опоке.

В примере это очень наглядно - два одинаковых пути, в примере s_2 около 5 мм, при двух различных кривых уплотнения (характеристиках зависимости между силой и расстоянием для двух различных формовочных смесей) приводят к значениям силы, существенно различающимся между собой. Тем самым они приводят также к сильно различающимся между собой показателям, как, например, на правом изображении на фиг. 8а. В данном случае изобретение обеспечивает пострегулирование, и это выравнивание различий проиллюстрировано правым изображением на фиг. 8а. Пострегулирование пути осуществляется так, что в конце пути сила достигается оптимально возможным способом.

Подведение к цели также реализуется в двояком аспекте - требуется достижение силы, и эта сила должна быть достигнута к пункту времени, когда подмодельная плита соприкасается с нижним краем опоки. Во всем остальном необходимо выполнять это со стабильной повторяемостью.

Если специалист воспринимает проблему по-другому и исходит из различий между формовочными смесями, имеющими различные характеристики взаимосвязи между расстоянием и силой, то в изобретении возникает необходимость изменения пути, чтобы в конце процесса уплотнения получить совместимую силу (твердость или прочность). Если бы специалист работал по-другому и использовал для регулировки только силу, то согласованный путь не был бы получен специалистом, исходящим из изменений свойств недостаточно уплотненной формовочной смеси (формовочного песка). В соответствии с изобретением достигаются обе цели, и в качестве основы в изобретении используются результаты предыдущего или одного из предыдущих измерений силы по окончании процесса соответствующего уплотнения.

С ориентацией на результат это может означать, что при соприкосновении с нижним краем опоки сила может оказаться слишком большой. Тогда это бесполезно, и даже более длительное приложение этой силы с помощью таймера согласно DE 60217205 T2 не привело бы ни к какому улучшению. Но если сила слишком мала, поскольку формовочная смесь уплотнена слишком слабо, то в конце рабочего хода (предположительно жестко установленного) потенциал прочности поверхности формовочной смеси еще не исчерпан.

Изобретение можно рассматривать также по многим направлениям, и при этом ничто не приближается к нему из известного уровня техники, если известный уровень техники также ориентирован на выравнивание подмодельной плиты на нижней кромке или нижней стороне опоки в качестве окончания своего процесса. Для изготовления продуманной или пригодной для использования литейной формы это абсолютно необходимо, но способ удовлетворения данной необходимости является согласно изобретению другим и именно в своей основе отличается от пути, предложенного для этого в DE 60217205 T2.

Варианты реализации предметов изобретения, заявленных в основных пунктах формулы изобретения, охватываются дополнительными пунктами формулы. Возможно их комбинирование между собой способом, оправданным с технологической точки зрения. Описание, в частности, со ссылками на черте-

жи дополнительно характеризует и разъясняет изобретение.

В случае гранулированного текучего формовочного материала (именуемого также формовочной смесью, формовочным составом - в дальнейшем именуется для упрощения "формовочным материалом"), из которого изготавливают литейные формы для металлического литья, речь идет, как правило, о связанных с бетоном формовочных материалах, вкратце именуемых также "песком". Формовочный материал используют с непрерывным повтором в замкнутом цикле, причем со временем из исходного стержневого формовочного материала для изготавливаемых литых деталей может образоваться с помощью стержневой или сырой (не бывшей в употреблении) формовочной смеси выходной материал, и пылевидные фракции, например, от истертых песчаных стержней перемешиваются при этом неопределенным образом. Эта смесь беспримесного формовочного материала, сырой или отработанной формовочной смеси для стержней и пылевидных фракций изменяет свойства формовочного материала.

Формовочный материал может иметь также различное распределение размеров зерен, оказывающее непосредственное влияние на то, сколько силы должно быть приложено для доведения уплотнения формовочной смеси до целевого значения. На практике свойства формовочной смеси загруженной партии материала определяют с помощью стандартного испытания. В данном тесте заполняют стандартный контейнер материалом и уплотняют его посредством пуансона с заданной силой. При доведении силы до заданного значения измеряют глубину проникновения пуансона внутрь стандартного контейнера.

Измеренное значение, именуемое рабочим путем, на который проникает пуансон внутрь стандартного контейнера, представляет собой величину, которую в установках известного уровня техники устанавливают в качестве постоянного значения для поступлотнения литейных форм из формовочного материала, изготовленных из материала загруженной партии.

При этом не учитывают, что динамика изменения силы в пределах пути не является константой, но изменяется в зависимости от специфических свойств формовочного материала каждой отдельной литейной формы из формовочного материала. Фиг. 1 иллюстрирует результат множества измерений на формовочном материале загруженной партии материала. Можно ясно видеть, что при заданной силе 3000 Н, с которой пуансон проникает внутрь стандартного контейнера, глубина проникновения пуансона внутрь стандартного контейнера варьируется от примерно 12 до более чем 50 мм.

Изобретение относится к способу изготовления литейной формы из формовочного материала для металлического литья с задаваемой минимальной прочностью формы.

При реализации способа формовочный материал (гранулированную формовочную смесь) загружают в опоку и содержащийся в опоке материал уплотняют в формовочной машине. Уплотнение осуществляют в два этапа.

На первом этапе опоку с загруженным формовочным материалом перемещают прессующим устройством по первому рабочему пути к ограничителю хода на головке пресса. Головка пресса расположена обычно над опокой так, что опока прижимается к головке пресса снизу.

Головка пресса может содержать одиночный пуансон или пуансон-матрицу, который действует от головки пресса в направлении опоки. На первом этапе пуансон или пуансон-матрица зафиксирован в заданном положении и в этом положении проникает во время первого этапа внутрь формовочного материала, предварительно загруженного в опоку. Незадолго до этого пуансон или пуансон-матрица может быть во время первого этапа активно передвинут к опоке и прижат к ней.

На втором этапе подмодельная плита с моделью (в случае стационарного опоки) перемещается прессующим устройством по второму рабочему пути в конечный пункт для упрочнения или уплотнения (изготовления) литейной формы из формовочного материала. При этом второй рабочий путь изменяется в зависимости от свойств формовочной смеси, в частности, в предпочтительном варианте автоматически устанавливается для каждой опоки в зависимости от состава формовочной смеси. В предпочтительном случае новая настройка фактического процесса уплотнения осуществляется по результатам измерения силы из предыдущего процесса уплотнения.

Это значит, что для каждой (поступающей) литейной формы из формовочного материала определяется индивидуальный, зависящий от состава формовочной смеси второй рабочий путь, и этот второй рабочий путь устанавливается в формовочной машине по отдельности для каждой следующей литейной формы из формовочного материала. Сюда относится также случай, в котором в промежутке между двумя или более литейными формами из формовочного материала не требуется корректировка второго рабочего пути, поскольку формовочный материал для двух или более следующих одна за другой литейных форм является одним и тем же или, по меньшей мере, имеет, по существу, одинаковый состав. При этом в способ заложена также способность иницировать корректировку пути (высоты рабочего хода пуансона), когда имеет место отклонение по меньшей мере в одном из свойств формовочного материала. Регулирование имеет смысл только при вводе его в действие, когда необходима корректировка и измерена погрешность для регулирования.

Таким образом, регулирование достигает двух целей: установка по окончании процесса уплотнения силы, определяющей качество литейной формы (ее твердость на поверхности), и определение высоты рабочего хода, которая необходима для соприкосновения с нижним краем опоки, по меньшей мере, по существу, с допуском не более $\pm 5\%$ от высоты опоки (в качестве оптимально возможной меры сравне-

ния).

По окончании упрочнения или уплотнения нельзя перезаписывать время. Возможен охват временного диапазона, длящегося от момента окончания уплотнения при соприкосновении с нижним краем опоки максимум до длительности рабочего такта формовки или такта сканирования (Т) при регулировании (п.12 формулы). В этом диапазоне отсутствует всякое или любое заметное изменение твердости формы; измерение силы уплотнения может последовать также непосредственно вслед за этим при условии, что приложение силы сохранено (окончание уплотнения), либо осуществляться чуть позднее с помощью другого измерительного прибора, определяющего твердость формы на поверхности, но перед вводом в действие следующего прессования (уплотнения). Если затратить на регулирование больше времени, это приведет также к увеличению количества отформованных опок между измерением твердости литейной формы и корректировкой расстояния; регулирование по-прежнему действует, но только имеется добавленное время запаздывания (мертвое время в смысле регулирования). В примере прочность измерена на первой уплотненной литейной форме, но используется в качестве регулировочной величины только для четвертой уплотняемой литейной формы. При этом две отформованные опоки находятся в промежутке между измерением и изменением рабочего пути для грядущего уплотнения (опока 4 измеряется, опока 1 напрямую уплотняется, и при этом используются результаты измерения опоки 4 и ее литейной формы из формовочного материала, а опоки 3 и 2 находятся между ними). После этого выполняется измерение опоки 3, и его результаты влияют на опоку 0 и т. д.

При выполнении данного регулирования в однополосном режиме (ESB) данное время запаздывания напоминает в первом приближении действие элемента задержки первого порядка (PT1), т.е. задержку, которая хотя и не допускает прямую регулировку в таком виде, как влияние результата измерения (опоки 1 на опоку 0) и ошибки регулирования на процесс уплотнения, следующий за измерением, тем не менее поддерживает функциональную пригодность регулирования данным способом.

При осуществлении второго этапа возможно удержание или перемещение пуансона или пуансона-матрицы головки пресса, как описано для первого этапа. По окончании второго этапа, т.е. по окончании прессовального хода прессующего устройства возможно прижатие пуансона или пуансона-матрицы к формовочному материалу с повышенным давлением.

Рассмотрение здесь первого рабочего пути и второго рабочего пути означает, что опока вначале перемещается по первому рабочему пути, в конце которого выполняется останов, и в заключение выполняется перемещение подмодельной плиты по второму рабочему пути.

Предпочтительным может являться перемещение опоки без перерыва по первому и второму рабочим путям. При этом определение второго рабочего пути может быть выполнено перед запуском перемещения подмодельной плиты и соответственно второго перемещения прессующего устройства и/или во время движения опоки по первому рабочему пути.

Уплотнение формовочного материала с помощью прессующего устройства и/или головки пресса может быть определено или измерено, в частности, с помощью по меньшей мере одного датчика - соответственно датчика давления. Датчик может быть расположен внутри или вблизи области литейной формы из формовочного материала, являющейся критичной для прочности литейной формы. Датчик может, например, являться частью опоки, в частности может быть встроен во внутреннюю стенку опоки так, чтобы непосредственно воспринимать прикладываемое к формовочному материалу давление в этом месте или в данной области. В случае отливок с увеличенными габаритами или со сложной геометрией возможна установка нескольких датчиков в соответствующих критических точках.

Под датчиком или одним из датчиков можно подразумевать также оптический датчик, измеряющий уплотнение формовочного материала в области внутри формовочного материала; например, им может являться лазерный датчик с настраиваемой глубиной проникновения в материал.

Наконец, датчиком или одним из датчиков может являться акустический датчик, например сонар, который посредством звуковых волн определяет степень уплотнения материала в уплотняемой части формовочного материала или в области уплотняемой части формовочного материала.

Измеренное датчиком давления значение силы, введенное в уплотняемую часть формовочного материала, преобразуется в сигнал, пересылаемый по кабелю или в беспроводном режиме управляющему оборудованию. Под управляющим оборудованием можно понимать центральное управляющее устройство формовочной машины, однако в предпочтительном варианте речь идет о местном управляющем устройстве, способном обработать принятые сигналы быстрее по сравнению со стандартными управляющими устройствами формовочных машин, некоторые из которых служат уже более 30 лет.

Управляющее устройство может располагать носителем данных, содержащим требуемое значение или граничные значения требуемой области для измеренной приложенной силы. Записанная в управляющее устройство (например, компьютер) программа может реализовывать алгоритм, с помощью которого полученное от датчика значение сравнивается с требуемым значением или с граничными значениями, содержащимися в носителе данных, и определяется возможное отклонение измеренного истинного значения от заданного требуемого значения или требуемой области.

Указанное в предыдущем абзаце относится - с внесением поправок по мере необходимости - к варианту исполнения, в котором датчиком является оптический датчик или акустический датчик. В этих

вариантах исполнения также возможно хранение в носителе данных, относящемся к управляющему устройству, требуемого значения или требуемой области с точно определенными граничными значениями в качестве значений для сравнения с истинным значением текущего измерения.

При обнаружении расхождения между текущим измеренным истинным значением и хранящимся требуемым или граничным значением алгоритм способен вычислить на основе этого расхождения корректировочное значение. Это корректировочное значение может быть далее преобразовано в сигнал, и сигнал может быть направлен регулировочному элементу формовочной машины, который изменяет длину второго рабочего пути, т.е. удлиняет или укорачивает второй рабочий путь.

Корректировка второго рабочего пути возможна при этом на заданное значение длины рабочего пути, не зависящее от величины расхождения, например на 0,5, 1, 1,5 мм или на любое другое значение длины рабочего пути. Это значит, что регулировочный сигнал обозначает лишь направление поправочного перемещения регулировочного элемента и, возможно, количество этапов изменения длины рабочего пути, но не абсолютное значение изменения длины рабочего пути.

В альтернативном варианте управляющее устройство может определять изменение длины рабочего пути в зависимости от вычисленного корректировочного значения, т.е. регулировочный сигнал обозначает в этом случае направление поправочного перемещения регулировочного элемента и размерную величину поправочного перемещения регулировочного элемента.

Заданным требуемым значением или заданной требуемой областью может являться значение, введенное пользователем в управляющее устройство, или откорректированное значение, вычисленное управляющим устройством в процессе уплотнения или изготовления литейной формы из формовочного материала, которая была изготовлена непосредственно перед текущим измерением.

Последнее означает, что при запуске изготовления литейных форм из формовочного материала, т.е. перед началом уплотнения первой литейной формы из формовочного материала производственной партии вводят требуемое значение в управляющее устройство. Далее это требуемое значение сравнивается в управляющем устройстве с истинным значением, измеренным для первой литейной формы из формовочного материала, и корректируется по мере необходимости. Измеренное истинное значение или вычисленное управляющим устройством откорректированное значение служит далее предварительно заданным требуемым значением для истинного значения второй литейной формы из формовочного материала и т.д. Для n -й по счету литейной формы из формовочного материала текущей производственной партии требуемым значением, с которым сравнивается истинное значение n -й литейной формы из формовочного материала, является измеренное истинное значение или вычисленное управляющим устройством откорректированное значение для $n-1$ -й литейной формы из формовочного материала.

Наконец, корректировочное значение может быть определено на основе информации о формовочном материале для непосредственно запускаемой в производство литейной формы из этого материала. Для получения данной информации можно, например, отсканировать формовочный материал при загрузке в опоку так, чтобы можно было определить минимальный, средний и максимальный размер зерен формовочного материала, а также его объемную долю в формовочной смеси. На основе этой информации в сочетании с дополнительной информацией, такой как температура, влажность и т.п. формовочного материала, может быть далее вычислена сила, которая необходима для изготовления литейной формы из формовочного материала с заданной прочностью.

Такие значения, как температура и влажность, могут быть также включены в расчет при определении приложенной силы с помощью датчика, как описано выше.

Еще один аспект изобретения относится к формовочной машине для изготавливаемой методом литья формы из гранулированного формовочного материала (формовочной смеси), например песчано-бетонитовой формовочной смеси для металлического литья.

Формовочная машина содержит линейно перемещающееся прессующее устройство, воздействующее давлением на изготавливаемую литейную форму из формовочного материала, или изложницу, с опокой для приема литейной формы и загрузочной рамой для приема верхней части формовочного материала для литейной формы. Формовочная машина содержит также головку пресса по меньшей мере с одним формовочным пуансоном, который может содержать привод, не связанный с приводом прессующего устройства. Головка пресса расположена в направлении закрывания прессующего устройства перед опокой (обычно ниже нее) и не приводится в движение прессующим устройством. Это значит, что при закрывании (в начале уплотнения) прессующее устройство перемещает опоку (заполненную) вместе с загрузочной рамой и подмодельной плитой с установленной на нее моделью на головку пресса. После доведения загрузочной рамы до рамы головки пресса опока остается в стационарном состоянии. После этого подмодельная плита с моделью перемещается относительно опоки, пока не прикоснется к его нижнему краю. Это необходимое условие, которое, по меньшей мере, должно быть выполнено по существу. Литейная форма из формовочного материала должна быть закрыта снизу нижним краем опоки.

Головка пресса содержит один, предпочтительно множество распределенных на внутренней поверхности опоки формовочных пуансонов, причем по меньшей мере один пуансон закреплен в положении относительно опоки либо на пуансон оказывается через привод активное давление в формовочном материале для уплотняемой литейной формы в то время, как опока перемещается к головке пресса, и/или

после того, как опока упирается в головку пресса. Предпочтительно головка пресса содержит более одного формовочного пуансона, причем множество формовочных пуансонов может образовывать пуансон-матрицу.

Формовочная машина содержит также связанный с прессующим устройством или с опоккой регулировочный элемент с линейным приводом, выполненным с развязкой относительно привода прессующего устройства. Возможные направления действия линейного привода регулировочного элемента и привода прессующего устройства могут совпадать между собой. Наличие развязки линейного привода регулировочного элемента относительно привода прессующего устройства означает, в частности, что регулировочный элемент может перемещаться в направлении, совпадающем с возможным направлением перемещения прессующего устройства или противоположном ему.

Управляющее устройство устанавливает на регулировочном элементе расстояние (s_1) между прессующим устройством 2 и опоккой, когда опока расположена на головке пресса или на раме головки пресса. Это "когда" не следует воспринимать в смысле назначения времени в заявленной здесь формовочной машине (п.15 формулы). Существует возможность, при которой данная установка должна иметь место, если вслед за этим выполняется уплотнение. Изменение может происходить также перед расположением опоки на головке пресса или на раме головки пресса, оно может быть также установлено уже при первом рабочем подъеме, так что не располагает полным временным диапазоном - лишь, впрочем, фиксированным окончанием, на которое оно должно быть настроено с максимально возможной протяженностью во времени, чтобы по-прежнему действовать.

Путь перестановки регулировочного элемента может равняться от 20 до 100 мм, предпочтительнее путь перестановки составляет от 30 до 90 мм и еще более предпочтительно между 40 и 80 мм. Путь перестановки зависит от высоты опоки, соотносимой с размером литейной формы из загружаемого материала, или от высоты отливки, получаемой с помощью формы. Путь перестановки может быть больше или меньше предпочтительного пути перестановки.

При перестановке регулировочного элемента изменяется суммарный рабочий путь, по которому при изготовлении отливки проходит прессующее устройство из отправного пункта, в котором опока не упирается в головку пресса, в конечный пункт, в котором завершается процесс прессования для изготовления отливки. Посредством регулировочного элемента можно удлинить или укоротить суммарный рабочий путь прессующего устройства или суммарный рабочий ход пресс-цилиндра прессующего устройства.

Кроме того, машина содержит по меньшей мере один датчик силы, измеряющий силовое воздействие на формовочный материал со стороны прессующего устройства и/или головки пресса или силу, воздействующую на формовочный материал. Вместо датчика силы или в дополнение к нему можно использовать оптический датчик или акустический датчик, чтобы измерять уплотнение формовочного материала в области ниже поверхности. На это указано в комментариях к способу.

Наконец, машина содержит управляющее устройство, причем управляющее устройство связано техническими средствами передачи сигналов, по меньшей мере, с датчиком и регулировочным элементом. Управляющее устройство на основе сигнала от датчика автоматически устанавливает расстояние между прессующим устройством и опоккой, соответственно нижней стороной опоки. Эта настройка может быть начата до начала перемещения прессующего устройства и должна быть завершена не позднее, чем незадолго до соприкосновения опоки с головкой пресса.

Под управляющим оборудованием можно понимать центральное управляющее устройство формовочной машины, однако в предпочтительном варианте речь идет об отдельном управляющем устройстве с чрезвычайно малыми значениями времени управления.

Формовочная машина способна демонстрировать дополнительные достоинства, которые - с внесением по мере необходимости поправок - можно почерпнуть из описания способа. Важно, что все достоинства способа можно также распространить на машину и, напротив, все достоинства машины - на способ.

Варианты исполнения изобретения проиллюстрированы примерами, и никоим образом ограничения из фигур не переносятся в пункты формулы и не отражаются в тексте для чтения пунктов. Одинаковые условные обозначения на фигурах относятся к одинаковым элементам.

Фиг. 1 представляет собой графическое отображение результатов множества проб загруженных материалов, которые уплотнены с заданной силой.

Фиг. 2 представляет собой графическое отображение выполненного уплотнения в зависимости от постоянно установленной высоты хода.

Фиг. 3 представляет собой графическое отображение взаимосвязи между прочностью литейной формы и приложенной силы пресса.

На фиг. 4 представлена в укрупненном виде часть графического отображения временного диапазона для прочности литейной формы.

На фиг. 5 изображена часть формовочной машины 1 с датчиками 30, 30' силы.

На фиг. 6 изображена часть другой формовочной машины 1', в которой сила по окончании ранее выполненного (например, непосредственно предшествующего) уплотнения измерена по-другому.

На фиг. 7 изображен регулятор 102 или 102' с тактом Т взятия выборок. По окончании предшествующего процесса уплотнения определяется сила (уплотнения). Далее регулятор 102 заменяет для следующего процесса уплотнения рабочий путь s_0 на s_1 (или s_1 на s_2) - рабочий путь до соприкосновения подмодельной плиты с нижним краем опоки 40. Тем самым изменяется также (опосредованно) высота рабочего хода для второй части процесса прессования. Это осуществляется на основе разницы прочности (установленной, также измеренной или вычисленной из других значений, например давления) между требуемым и истинным значениями, подаваемой в регулятор 102 или 102'. Она представляет собой регулируемую разность формователя 99 разности.

Фиг. 8 иллюстрирует процесс регулирования, в котором регулятор 102 в управляющем устройстве 100 сокращает путь "s" для следующей по счету формовки - в данном случае потому, что сила F (приложенная от подъемного цилиндра в качестве пресса) оказалась по окончании предыдущей формовки слишком большой.

Фиг. 8a иллюстрирует окончание формовки с расстоянием "s", пройденным в случае силы F_{s0} . Слева показан отправной пункт, справа - конечный пункт при соприкосновении с нижним краем 40а опоки 40. Характеристика взаимосвязи силы-расстояния (измененная) измененного формовочного материала приводит при одинаковом расстоянии "s" к другому значению силы F.

Фиг. 8b иллюстрирует начало формовки - пока без пройденного расстояния "s" при отсутствии силы. Слева отправной пункт, справа он же (в укрупненном виде). Характеристика взаимосвязи силы-расстояния для уплотняемого материала 41 пока не известна.

На фиг. 9 показаны по отдельности характеристики взаимосвязи силы-расстояния двух формовочных материалов А и В или одного формовочного материала 41, претерпевшего изменение присущего ему свойства в процессе использования. Наряду со способностью к уплотнению усиленное влияние на характеристику взаимосвязи силы-расстояния первого или второго формовочных материалов, сравниваемых между собой, оказывают доля пылевидного материала и распределение размеров зерен. Изображено одно и то же расстояние "s" для обеих формовочных смесей А, В. Между тем, на ординате заметна почти двукратная разница полученной силы (или прочности) - эта разница впечатляет. Если удастся увеличить расстояние для формовочной смеси В, возможно получение из этого увеличенной в такой же мере твердости литейной формы, как это получилось для формовочной смеси А.

Фиг. 1 содержит изображение упомянутого выше стандартного контейнера, который может быть заполнен пробой формовочной смеси. Формовочная смесь предназначена для уплотнения ее в формовочной машине в формовочный материал для металлического литья. После загрузки в стандартный контейнер возможно уплотнение формовочной смеси с помощью пуансона. Пуансон связан, например, с гидравлическим цилиндром, который с регулируемой силой вдавливают пуансон в содержимое стандартного контейнера. После максимального вдавливания пуансона с заданной силой в содержимое стандартного контейнера может быть измерена глубина проникновения пуансона внутрь стандартного контейнера.

Это измеряемое значение характеризует динамику изменения свойств материала при уплотнении в стандартном контейнере, а в технике известного уровня представляет также характер изменения свойств при уплотнении для загруженной партии в целом. Результат измерения используют, чтобы в прессующем устройстве для изготовления литейной формы из формовочного материала задать расстояние перемещения и соответственно высоту рабочего хода для поступлотнения. С устанавливаемым таким образом поступлотнением в технике известного уровня обрабатывается вся загруженная партия формовочной смеси.

Графическое изображение рядом со стандартным контейнером является иллюстративным примером результата процессов прессования с одинаковой силой при взятии множества проб единственной загруженной партии соответствующей формовочной смеси. В таблице указана сила, действующая на пуансон, по отношению к глубине проникновения пуансона внутрь стандартного контейнера.

Результаты измерений показывают, что формовочная смесь одной загруженной партии не является приблизительно однородной, но при уплотнении проб с одинаковой силой глубина проникновения пуансона S внутрь стандартного контейнера находится примерно между 12 и 50 мм.

Фиг. 2 является графическим изображением того же, что представлено на фиг. 1. Стрелки наглядно показывают, что при постоянно установленной высоте рабочего хода (рабочем пути) в зависимости от состава или свойств формовочной смеси уплотнение гранулированной формовочной смеси выполняется с силой от минимума, равного примерно 1700 Н, до максимума примерно в 2400 Н. Это означает, что литейные формы из формовочного материала, изготовленные с помощью этих материалов под одним и тем же давлением, различаются между собой по прочности, что неблагоприятно для отлаженного производства, например может привести к повышенному проценту брака.

Фиг. 3 является еще одним графическим доказательством того, что в случае литейных форм из формовочного материала получаемая прочность формы напрямую (по существу, линейно) зависит от силы, приложенной к литейной форме из формовочного материала по окончании процесса уплотнения, соответственно от силы, с которой формовочная смесь уплотнена по окончании процесса уплотнения.

Для наглядного отображения представленной на графике взаимосвязи между прочностью литейной формы и силой, приложенной к формовочному материалу по окончании рабочего хода или прохождения

рабочего пути, было выполнено уплотнение многочисленных проб формовочной смеси с тремя различными конечными силами для каждой из них. С помощью этого удалось доказать, что взаимосвязь между прочностью литейной формы и приложенной к формовочной смеси силой можно с достаточной точностью представить в виде линейной функции.

Фиг. 4 является укрупненным изображением части графического представления с целевым диапазоном для требуемой прочности литейной формы, изготовленной из формовочного материала. Целевой диапазон ограничен нижним предельным значением $F_{\min}$ и верхним предельным значением $F_{\max}$. Это означает, что в конце рабочего хода сила должна быть доведена до такой величины, при которой кривая на диаграмме, отображающей прочность по отношению к рабочему расстоянию (из фиг. 2), находится по окончании рабочего хода в пределах целевого диапазона. Данная область может иметь гистерезис либо иметь единственное значение в качестве "переключающего значения", до которого следует дойти или которое необходимо, по меньшей мере, слегка превысить.

На части диаграммы, представленной на и фиг. 4, видна кривая I, нарастающая вплоть до максимального значения $I_{\max}$ и далее снова спадающая. В точке $I_{\max}$ достигается максимально высокая прочность при заданном приложении силы. Максимальное значение $I_{\max}$ явно находится вне целевой области. Для уплотнения этого же материала до такой степени, при которой сила вписывается в целевой диапазон, можно в данном случае изменить установочную величину "сила".

Это требует увеличения приложения силы. Результатом увеличения силы является кривая II, и ее максимальное значение $II_{\max}$ теперь находится в целевой области.

Из фиг. 4 можно почерпнуть также, что увеличение силы или увеличение вложения силы может быть обеспечено путем изменения рабочего хода или рабочего пути, которое определяется не показанным здесь регулировочным элементом формовочной машины. По сравнению с ранее установленным рабочим ходом рабочий путь (проходимый при рабочем ходе) был уменьшен.

Пуансон (прессующее устройство) также проходит другое расстояние, хотя конечным пунктом данного измененного расстояния является по-прежнему нижний край опоки. Однако сила в конце измененного расстояния является другой, а именно такой, которая соответствует целевому значению, характеризующему собой твердость литейной формы на поверхности (главным образом, на поверхности модели).

Фиг. 5 является иллюстративным примером построения прессующего устройства 1 формовочной машины, в которой возможно уплотнение формовочной смеси 41 для литейной формы из формовочного материала.

В продольном вертикальном разрезе изображено прессующее устройство 1 формовочной машины для изготовления литейных форм из формовочного материала или изложниц для металлического литья. Прессующее устройство содержит подъемный цилиндр 2, выполненный с возможностью перемещения с регулируемым давлением в направлении стрелки. Для опускания подъемного цилиндра 2 достаточно просто переключить его в состояние с отсутствием силы, в результате чего он в предпочтительном случае возвращается в отправной пункт под действием собственного веса. Подъемным цилиндром 2 может являться цилиндр с масляным или пневматическим приводом. Вместо подъемного цилиндра 2 можно использовать также линейный исполнительный механизм, например зубчатую рейку, которая может линейно перемещаться посредством зубчатой передачи.

Подъемный цилиндр 2 связан через соединительный комплект 3 с нижней частью опоки 40. Опока 40 содержит загрузочную раму 42. В дальнейшем опока 40 в сочетании с загрузочной рамой 42 обобщенно именуется "приподнятая опока 40". Опока 40 заполнена формовочной смесью 41. Поверх опоки располагается головка 10 пресса с пуансоном-матрицей 11. От головки 10 пресса отходит в направлении опоки 40 ограничитель 13 хода, который ограничивает перемещение опоки 40 в направлении стрелки.

Соединительный комплект 3 включает в себя регулировочный элемент 20 с приводом 21 и опорным цилиндром 22, в который может "въезжать", по меньшей мере, частично регулировочный элемент 20 при установке подъемного цилиндра 2 в его конечное положение. Привод 21 выполнен с развязкой относительно подъемного цилиндра 2. С помощью регулировочного элемента 20 можно сокращать или увеличивать расстояние между верхней стороной подъемного цилиндра 2 (или несущей поверхностью 46 модели) и нижней стороной или нижним краем 40а опоки 40 (плиты модели с установленной на нее моделью для определения полости литейной формы из формовочного материала).

В примере исполнения установленным расстоянием является s_1 . Расстояние может по минимуму равняться нулю. Максимальное значение определяется конструктивно-монтажным исполнением регулировочного элемента 20.

В данном примере исполнения опока 40 содержит два датчика 30, которые измеряют силу, действующую на формовочную смесь 41 со стороны подъемного цилиндра 2 и/или головки 10 пресса. Измеренное датчиками 30 значение силы пересылается управляющему устройству 100. Управляющее устройство 100 содержит носитель 101 данных, в котором сохраняется заданное значение прочности для изготавливаемой литейной формы из формовочного материала, записаны соответствующие граничные значения, в пределах которых располагается требуемое значение прочности (регулируемое значение, или целевое значение).

Микропроцессор 102 в качестве управляющего устройства (именуемого также регулятором 102) выполняет функцию "управления или регулирования" (функционально адаптированной технической программы или множества таких модулей, как регулятор), с помощью которой может быть выполнено сравнение значения прочности, измеренного датчиком 30, со значением прочности, хранящемся в носителе 101 данных или задаваемым отдельно.

Если при этом обнаруживается расхождение (в виде регулируемой разницы), может быть вычислено корректировочное значение, пересылаемое регулятору 20 в виде сигнала. Сигнал переводит в активное состояние привод 21, который может переставлять регулировочный элемент 20 из его текущего положения в другое положение. С точки зрения технического регулирования положение s_1 считается замененным на второе положение (или второе расстояние) s_2 .

Рабочий цикл прессующего устройства 1 формовочной машины может происходить, например, как указано ниже.

Заполненную формовочную смесь 41 опоку 40 вводят в прессующее устройство 1.

Опорные цилиндры 22 регулировочного элемента 20 выдвигаются в вычисленное установочное положение и фиксируются в выдвинутом положении.

Подъемный цилиндр 2 перемещается с опокой 40 в направлении головки 10 до момента, когда опока 40 упирается в ограничитель 13 хода. При этом пуансон-матрица 11 вдавливаются в формовочную смесь 41.

Подъемный цилиндр 2 перемещается дальше и полностью проходит расстояние s_1 , установленное регулировочным элементом 20.

При этом пуансон-матрица 11 вдавливаются дальше в формовочную смесь 41.

Пуансон-матрица 11 осуществляет давление с определенным усилием прессования.

Подъемный цилиндр 2 и пуансон-матрица 11 возвращаются в соответствующие им отправные пункты.

Извлекают опоку 40.

Фиг. 6 является иллюстративным примером построения прессующего устройства 1' сравнимой формовочной машины, в которой формовочная смесь уплотняется для литейной формы из формовочного материала, однако средства управления и их результаты измерений действуют по-другому.

Здесь сила не измеряется на модели, а вычисляется (определяется) по давлению P нижнего пуансона пресса из его контроллера 90. Вычисление выполняется с помощью коэффициента пропорциональности (при делении силы на площадь получается давление). Настройка измененного расстояния s_2 после измерения силы F_2 (при предыдущем процессе уплотнения) осуществляется в виде расстояния от подмодельной плиты до нижнего края 40а опоки 40. Это может быть Δs для предыдущей настройки. При этом $s_2 = s_1 + \Delta s$, причем Δs может быть также отрицательным.

Кроме того, по окончании уплотнения в рамках этого процесса подмодельная плита находится на высоте нижнего края опоки. Но сила к этому времени равняется другому значению, исходя из поправочной замены расстояния на s_2 , при которой пуансоном пройден измененный рабочий путь.

Вычисленное значение силы F_2 пересылается управляющему устройству 100'. Это управляющее устройство содержит носитель 101' данных, в котором хранится заданное значение прочности для изготавливаемой литейной формы из формовочного материала, записаны соответствующие граничные значения, в пределах которых находится требуемое значение прочности (регулируемое, или целевое значение). Микропроцессор или ASIC 102' в качестве управляющего устройства (именуемого также регулятором 102') выполняет функцию "управления или регулирования" (и здесь тоже функционально адаптированной технической программы или множества таких модулей, как регулятор), с помощью которой может быть выполнено сравнение вычисленного значения прочности со значением прочности, хранящемся в носителе 101' данных или задаваемым отдельно, исходя из чего определяется регулируемая разница. На этой основе регулятор вычисляет изменение уставки Δs .

В данном случае регулятор укорачивает рабочий путь для следующей формовки на Δs , поскольку сила оказалась слишком большой. В ином случае, когда вычисленная сила оказалась слишком малой (и соответственно слишком низкой была целевая прочность), рабочий путь удлиняется на Δs .

По окончании предыдущего или предшествующего ему процесса уплотнения определяется сила, с которой по окончании рабочего хода s_i модель вдавливаются в формовочный песок. Рабочим тактом уплотнения является T . Для каждого T имеется значение прочности в виде силы, измеренной или вычисленной по окончании процесса формовки (процесса уплотнения). Это значение вычитается из требуемого значения w для получения регулируемой разницы от формователя 99 разности (см. фиг. 7). С использованием регулируемой разницы Δw устанавливается новое значение s_2 или (в общем виде) s_i - при $i=1-n$ посредством регулятора 102 или 102', который может выполнять функции пропорционального регулятора.

Регулятор изменяет рабочий путь s_0, s_1, s_2 вплоть до соприкосновения подмодельной плиты 46 с нижним краем 40а опоки 40. Тем самым изменяется также (опосредованно) рабочий ход второй части уплотнения от сдвоенного пресса. Это основывается на расхождении по прочности между требуемым и

истинным значениями, которое подается в регулятор 102.

Фиг. 8а и 8b понятны в контексте этого процесса без дополнительных пояснений. На них показано начало второго уплотнения, соответственно приближение опоры 46 модели к нижнему краю опоки 40, а на фиг. 8а показано окончание, при котором выполняется соприкосновение с этим нижним краем, и отображается диаграмма с результирующей силой в виде F_{s0} . Для другого формовочного материала здесь были бы получены только значения силы (и прочности), которые отображает в качестве полученных значений расположенная ниже кривая.

Фиг. 9 демонстрирует характеристику взаимосвязи силы и расстояния второй формовочной смеси ("песка"). На двух кривых, различающихся между собой характеристикой взаимосвязи между силой и расстоянием, отчетливо видно очень существенное различие между полученными значениями силы (и прочности) при одинаковом рабочем пути "s". Один и тот же путь отображается стрелкой одной и той же длины, что наглядно демонстрирует расхождение между силами (показано слева на ординате) - примерно 1,5 кН и примерно 2,8 кН (формовочная смесь А).

Если требуется неизменная сила, несмотря в том числе на постепенное изменение характеристики взаимосвязи силы и расстояния, и конкретно по окончании того или иного процесса уплотнения, возможна подгонка расстояния. Именно такой подход реализуется в решении с регулированием силы и изменением рабочего пути во втором процессе уплотнения (втором рабочем ходе), и там принудительно задан конечный пункт второго рабочего хода, а именно - нижний край 40а опоки 40, и длина выполняемого рабочего хода должна быть изменена на указанное выше значение Δs .

Полученный результат можно объяснить с научной точки зрения тем, что при промежуточном переключении рабочего пути, откорректированного путем регулирования, достигаются обе цели - остающаяся постоянная сила, определяющая сохранение постоянной прочности литейной формы, и конечный пункт перемещения вверх, который в рамках технологического процесса фиксируется для дальнейшего использования половины 41 литейной формы (далее уплотняемой).

Условные обозначения (выборочные):

- 1 - Прессующее устройство.
- 2 - Подъемный цилиндр.
- 3 - Соединительный комплект.
- 10 - Головка пресса.
- 11 - Пуансон-матрица.
- 13 - Ограничитель хода.
- 20 - Регулировочный элемент.
- 21 - Привод.
- 22 - Опорный цилиндр.
- 30 - Датчик.
- 40 - Опока.
- 41 - Формовочная смесь.
- 42 - Загрузочная рама.
- 44 - Модель.
- 46 - Подмодельная плита, или опора модели.
- 100 - Управляющее устройство.
- 101 - Носитель данных.
- 102 - Компьютер, запрограммированный в качестве регулятора.
- s_1 - Расстояние (рабочий путь или отрезок пути).
- s_2 - Расстояние (рабочий путь или отрезок пути).
- s_3 - Расстояние (рабочий путь или отрезок пути).
- I - Кривая результатов измерения.
- $I_{\max}$ - Максимум кривой.
- II - Кривая результатов измерения.
- $II_{\max}$ - Максимум кривой.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ изготовления литейной формы из формовочного материала для литья с прочностью, по меньшей мере, для металлического литья, согласно которому загружают в опоку (40) гранулированную формовочную смесь в качестве формовочного материала (41);

уплотняют формовочный материал (41) в опоке (40) в формовочной машине поверх модели (44), установленной на подмодельной плите (46),

причем на первом этапе опоку (40) перемещают прессующим устройством (1) по первому рабочему пути до ограничителя хода (13) головки (10) пресса;

на втором этапе подмодельную плиту (46) перемещают прессующим устройством (1) по второму

рабочему пути (s_1 , s_2) в конечный пункт для изготовления литейной формы из формовочного материала;

при этом второй рабочий путь (s_1 , s_2) изменяют в зависимости от силы, определенной по окончании предыдущего упрочнения, или уплотнения формовочного материала предыдущей литейной формы как следствие изменения по меньшей мере одного свойства неуплотненного формовочного материала (41).

2. Способ по п.1, согласно которому при уплотнении формовочного материала (41) осуществляют определение или измерение датчиком (30) силы, приложенной прессующим устройством (1) и/или головкой (10) пресса к формовочному материалу (41).

3. Способ по п.2, согласно которому величину приложенной силы определяют или измеряют датчиком (30) и передают в управляющее устройство (100), причем в носителе данных (101) управляющего устройства (100) заданы требуемое значение или граничные значения требуемой области для приложенной силы и измеренное значение сравнивают с требуемым значением или с граничными значениями.

4. Способ по п.3, согласно которому компаратором, предусмотренным в управляющем устройстве (100), получают отклонение и, как следствие, изменяют (Δs) второй рабочий путь (s_1 , s_2).

5. Способ по п.3 или 4, согласно которому программа на основе обнаруженного отклонения вычисляет корректировочное значение, причем корректировочное значение преобразуют управляющим устройством (100) в сигнал, который пересылают регулировочному элементу (20), который изменяет длину второго рабочего пути.

6. Способ по одному из п.4 или 5, согласно которому записанным в носитель данных значением является заданное или задаваемое значение.

7. Способ по одному из предшествующих пунктов, согласно которому получают значение силы, определенное датчиком (30) при уплотнении предыдущей литейной формы.

8. Способ по одному из предшествующих пунктов, согласно которому значение для сравнения определяют во время изготовления предыдущей литейной формы, в частности, непосредственно перед текущим уплотнением.

9. Способ по одному из предшествующих пунктов, согласно которому изменение длины рабочего пути определяют в зависимости от вычисленного корректировочного значения, в частности путь уменьшают, если полученная сила слишком велика.

10. Способ по п.3 или 4, согласно которому на основе полученного отклонения определяют корректировочное значение, в частности, пропорциональное отклонению, и корректировочное значение преобразуют управляющим устройством (100) в сигнал, пересылаемый регулировочному элементу (20), который изменяет длину второго рабочего пути, причем отклонением является

непопадание в требуемую область, т.е. нахождение за ее пределами;

значение ниже целевого значения силы, являющегося требуемым значением; или

превышение целевого значения силы, являющегося требуемым значением.

11. Способ по одному из предшествующих пунктов, согласно которому по полученному отклонению измеренной или определенной силы по окончании текущего процесса уплотнения от требуемой силы, характеризующей собой прочность, устанавливают следующее направление регулирования:

если измеренная сила слишком велика, второй рабочий путь (s_1 , s_2) уменьшают; или

если измеренная сила слишком мала, второй рабочий путь (s_1 , s_2) увеличивают.

12. Способ по одному из предшествующих пунктов, согласно которому по окончании упрочнения или уплотнения устанавливают временной диапазон, простирающийся от момента завершения уплотнения при соприкосновении с нижним краем (40а) опоки (40) максимум до значения длительности рабочего такта формовки или такта сканирования (Т) процесса регулирования, поскольку в этом диапазоне не происходят никакие или какие-либо заметные изменения твердости литейной формы.

13. Способ по одному из предшествующих пунктов, согласно которому при изменении расстояния подмодельной плиты (46) от нижнего края опоки (40) измененную характеристику взаимосвязи силы и расстояния текущего уплотненного формовочного материала (41) компенсируют или выравнивают, причем на основе сравнения с характеристикой взаимосвязи силы и расстояния двух и более процессов уплотнения ранее уплотненного формовочного материала (41), хотя формовочный материал должен быть одним и тем же.

14. Способ по одному из предшествующих пунктов, согласно которому при изменении расстояния подмодельной плиты (46) от нижнего края опоки (40) для текущего уплотняемого формовочного материала (41) используют в качестве характеристики взаимосвязи силы и расстояния характеристику взаимосвязи силы и расстояния предыдущего, т.е. непосредственно предшествующего процесса уплотнения.

15. Способ по п.1, согласно которому при уплотнении формовочного материала (41) осуществляют определение или измерение датчиком (30) силы, приложенной прессующим устройством (1) и/или головкой (10) пресса к формовочному материалу (41), по окончании процесса уплотнения.

16. Способ по одному из предшествующих пунктов, согласно которому получают значение силы, определенное датчиком (30) при уплотнении литейной формы из формовочного материала, которая была изготовлена с заключительным измерением непосредственно перед текущим уплотнением.

17. Способ по одному из предшествующих пунктов, согласно которому по полученному отклонению измеренной или определенной силы по окончании текущего процесса уплотнения от требуемой си-

лы, характеризующей собой прочность, устанавливают следующее направление регулирования:

если измеренная сила слишком велика, второй рабочий путь (s_1 , s_2) уменьшают; или

если измеренная сила слишком мала, второй рабочий путь (s_1 , s_2) увеличивают;

соответственно пропорционально ранее полученному отклонению.

18. Способ по п.1, согласно которому при уплотнении формовочного материала (41) осуществляют определение датчиком (30) силы, приложенной прессующим устройством (1) и/или головкой (10) прессы к формовочному материалу (41).

19. Формовочная машина для литейных форм металлического литья, содержащая

выполненное с возможностью линейного перемещения прессующее устройство (1), прикладывающее давление к изготавливаемой литейной форме, с моделью (44) и подмодельной плитой (46), служащей опорой данной модели, с опокой (40) для литейной формы и загрузочной рамы (42) для приема верхней долевой части (41) формовочного материала для литейной формы;

головку (10) прессы по меньшей мере с одним формовочным пуансоном (11);

связанный с прессующим устройством (1) или опокой (40) регулировочный элемент (20) с линейным приводом, выполненным с развязкой относительно привода прессующего устройства (1);

датчик (30, 90) силы для измерения приложенной внутрь формовочного материала (41) или действующей на него силы со стороны прессующего устройства (1) или головки (10) прессы;

управляющее устройство (100, 102), которое выполнено с возможностью настройки расстояния (s_1) между прессующим устройством (1) и опокой, когда опока (40) расположена на головке (10) прессы или на раме в качестве ограничителя хода (13) головки прессы, посредством регулировочного элемента (20),

при этом посредством управляющего устройства (100) обеспечено изменение расстояния (s_1) в зависимости от силы, определенной по окончании предыдущего упрочнения, или уплотнения формовочного материала предыдущей литейной формы как следствие изменения по меньшей мере одного свойства неуплотненного формовочного материала (41).

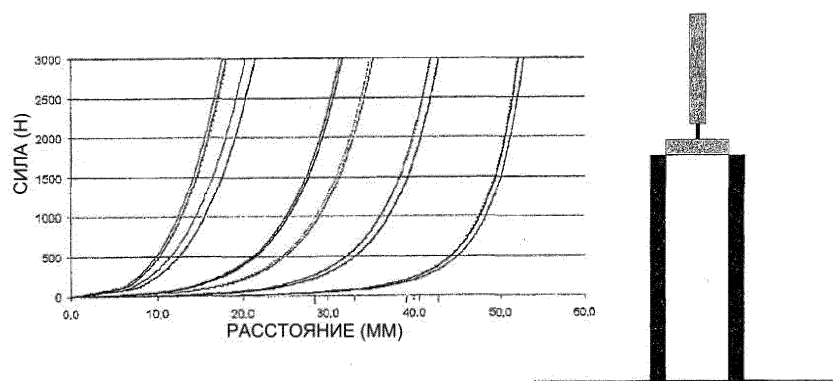
20. Формовочная машина по п.19, в которой головка (10) прессы содержит множество формовочных пуансонов (11).

21. Формовочная машина по п.19, в которой головка (10) прессы содержит множество параллельно проходящих формовочных пуансонов (11).

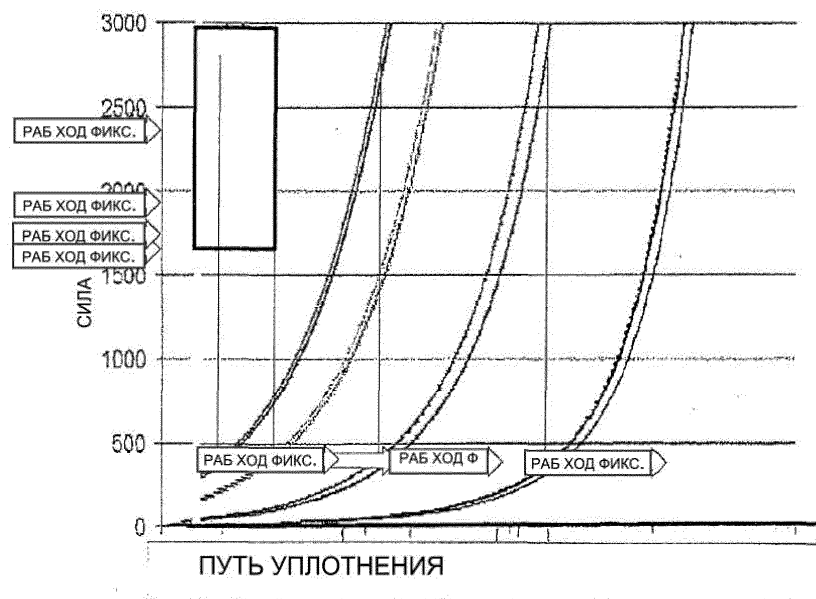
22. Формовочная машина по п.19, в которой настройка расстояния (s_1) выполнена перед тем, как становится возможным перемещение вверх подмодельной плиты (46) прессующим устройством (1).

23. Формовочная машина по одному из предшествующих пп.19-22, в которой датчик (30) силы выполнен таким образом, что он определяет значение силы при уплотнении предыдущей литейной формы из формовочного материала.

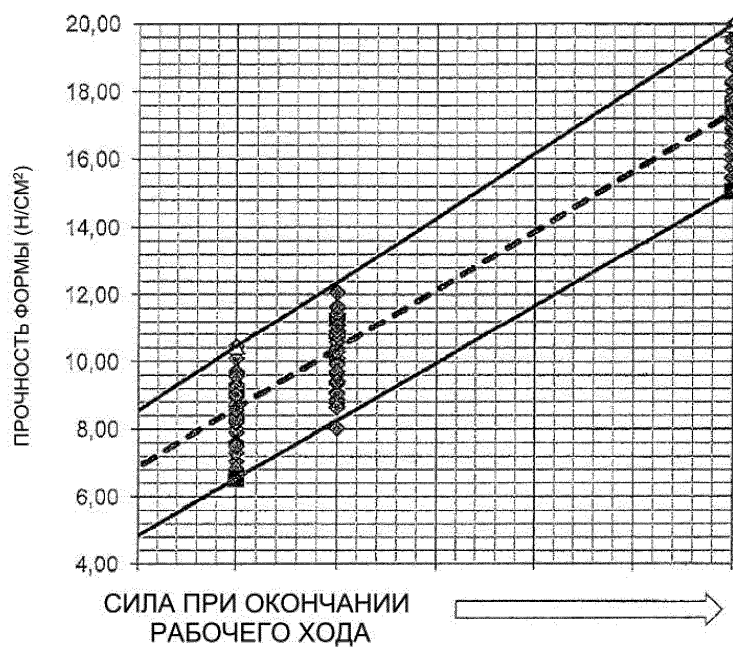
24. Формовочная машина по одному из предшествующих пп.19-22, в которой датчик (30) силы выполнен таким образом, что он определяет значение силы при уплотнении литейной формы из формовочного материала, изготовленной непосредственно перед текущим уплотнением.



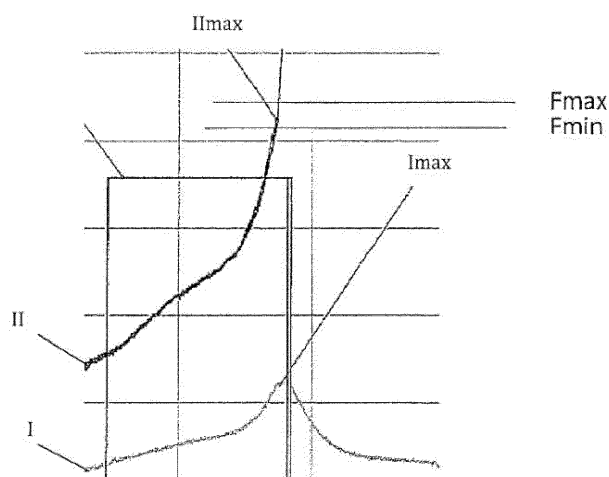
Фиг. 1



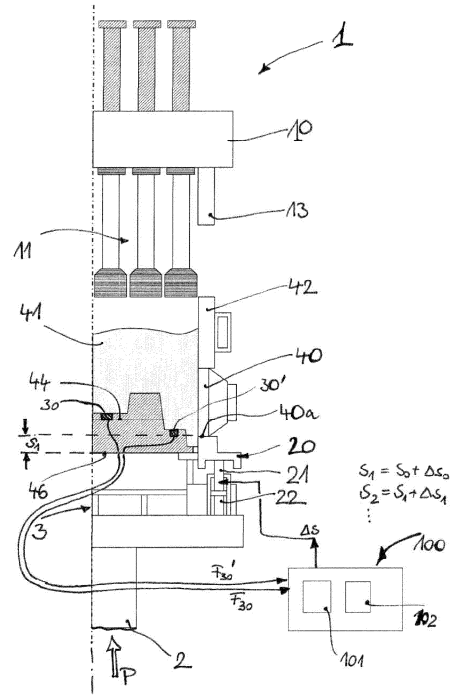
Фиг. 2



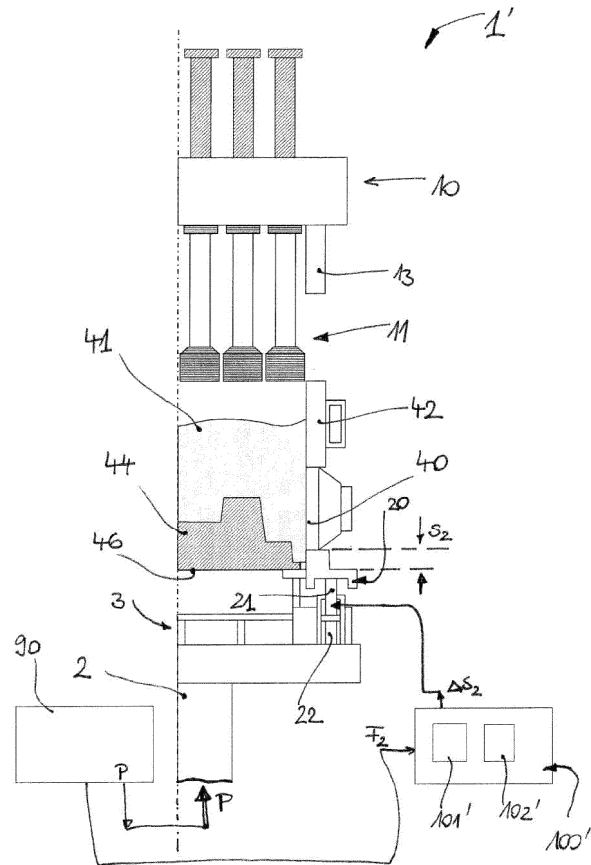
Фиг. 3



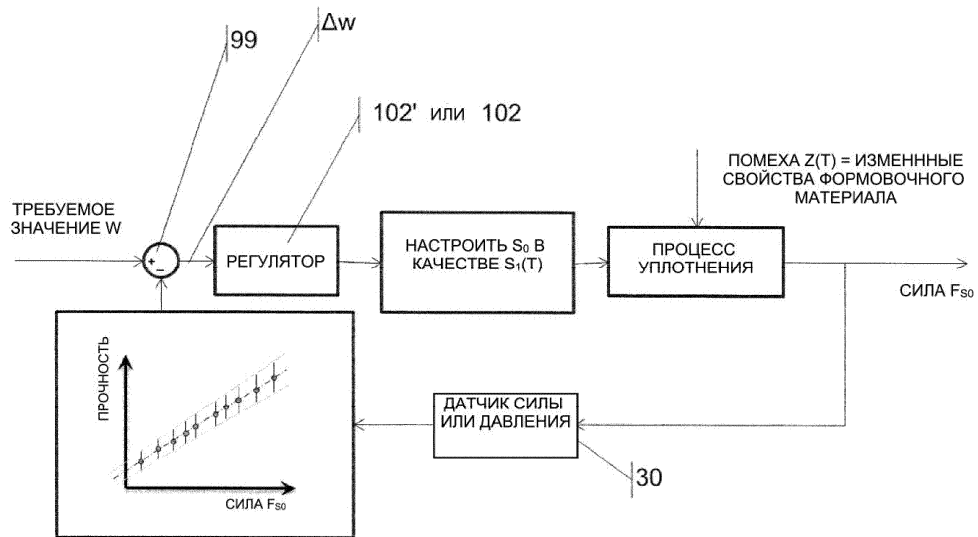
Фиг. 4



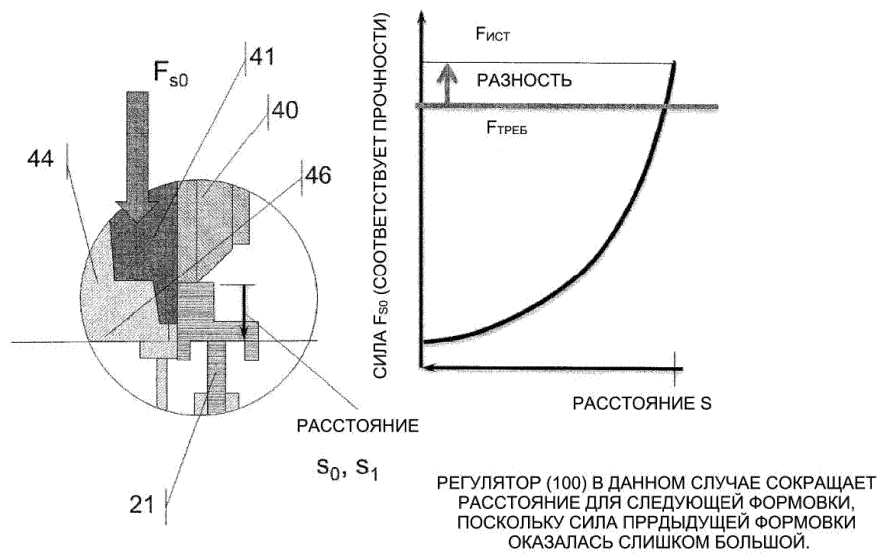
Фиг. 5



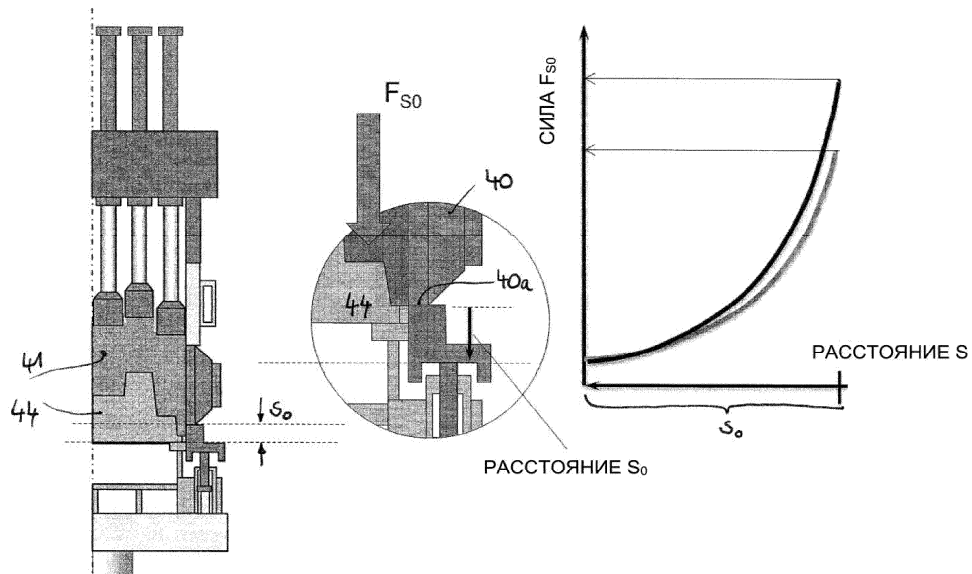
Фиг. 6



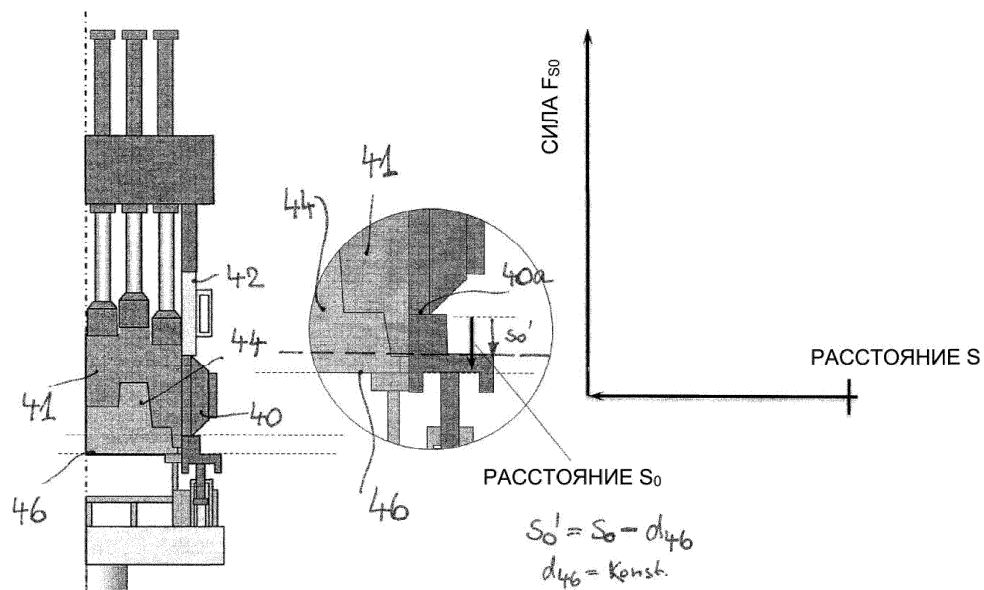
Фиг. 7



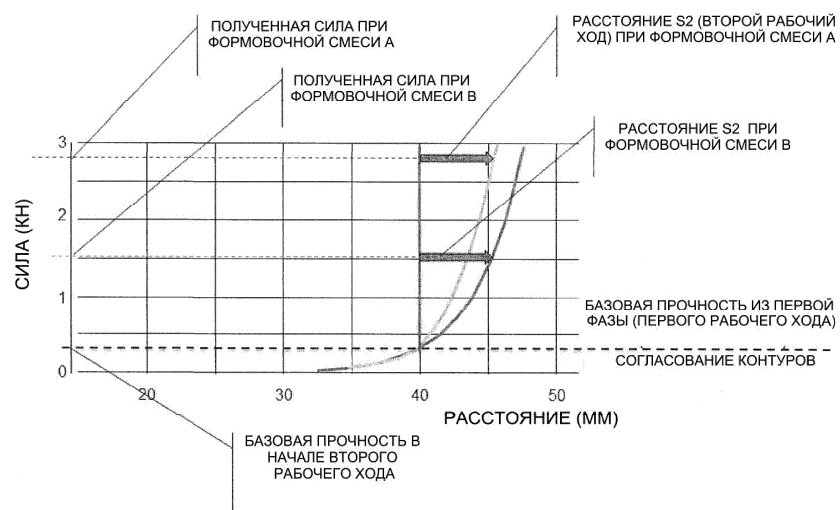
Фиг. 8



Фиг. 8a



Фиг. 8b



Фиг. 9



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2