

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ВЫДЕРЖКИ РАСПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ В РАЗОВЫХ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ ФОРМАХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НЕОБХОДИМОЙ ТОЛЩИНЫ ТВЕРДОЙ ФАЗЫ НА ПОВЕРХНОСТИ КОНТАКТА ОТЛИВКИ С ФОРМОЙ**

**Пустовалов Д.О.<sup>1</sup>, Мансурова Д.И.<sup>1</sup>, Комаров Е.В.<sup>1</sup>, Новикова А.С.<sup>1</sup>, Грязнова М.А.<sup>1</sup>,  
Перебатова Д.А.<sup>1</sup>, Рылова Н.В.<sup>1</sup>, Медведева А.И.<sup>1</sup>, Демидова Е.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия, 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: pustovalov.dmitrii@inbox.ru*

Рассмотрены пути снижения стоимости отливок, методы получения полых отливок. Применение установок литья противодавлением, вакуумным всасыванием и литья под низким давлением, рассмотрены их возможности, преимущества, и недостатки. Так же рассмотрен метод получения полых отливок с внутренними стержнями, учтены его преимущества и недостатки. Для того, чтобы избежать недостатков, перечисленных ранее методов, был выбран метод «выливания». Определена ключевая составляющая данного метода: время выдержки расплава в форме для образования необходимой толщины твердой фазы на поверхности контакта отливки с формой. Проведено моделирование процесса затвердевания в программном комплексе ProCAST и анализ полученных данных. Проведен эксперимент, в ходе которого были получены образцы из эвтектического сплава на основе алюминия марки АК12, залитые в разовую песчано-глинистую форму с разной толщиной стенки отливки зависящей от времени выдержки расплава в форме, сделаны выводы о целесообразности применения моделирования для получения данных по необходимому времени выдержки расплавов на основе алюминия в разовых песчано-глинистых формах.

Ключевые слова: моделирование процесса затвердевания, пути снижения стоимости отливок, время выдержки расплава в форме

## **DETERMINATION OF THE EXTRACTS MELT ON THE BASIS OF ALUMINUM IN A SINGLE SAND-CLAY MOLDS FOR REQUIRED THICKNESS OF THE SOLID PHASE ON THE SURFACE CONTACT CASTING WITH FORM**

**Pustovalov D.O.<sup>1</sup>, Mansurova D.I.<sup>1</sup>, Komarov E.V.<sup>1</sup>, Novikova A.S.<sup>1</sup>, Gryasnova M.A.<sup>1</sup>,  
Perebatova D.A.<sup>1</sup>, Rilova N.V.<sup>1</sup>, Medvedeva F.I.<sup>1</sup>, Demidova E.I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Perm national research polytechnic university, Russia, Perm, 614990, Komsomolsky Av. 29, e-mail: pustovalov.dmitrii@inbox.ru*

The ways to reduce the cost of casting, methods of producing hollow castings. Use of the casting installation counterpressure vacuum suction and low pressure die casting are discussed their features, benefits and weaknesses. Just consider a method of producing hollow castings with internal rods into account its advantages and disadvantages. In order to avoid the disadvantages listed above methods was chosen method of "pour". Identify the key component of this method: the dwell time of the melt in the mold to form the required thickness of the solid phase on the surface of contact with the casting mold. The simulation of the solidification process in the software package ProCAST and data analysis. An experiment in which samples were obtained from a eutectic alloy of aluminum-based brand AK12, drenched in a single sand-clay molds with different wall thickness of the casting depends on the dwell time of the melt in the form conclusions about the appropriateness of the use of simulation to obtain data on the required time exposure based melts aluminum single sand-clay forms.

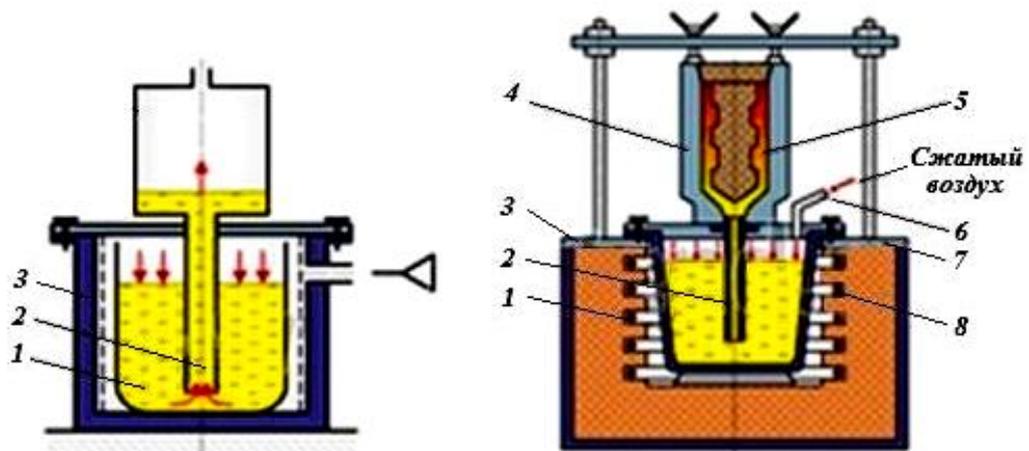
Keywords: simulation of the solidification process, the way to reduce the cost of castings, the exposure time of the melt in the mold.

В современном производстве при получении художественных отливок, окончательная стоимость оказывается весьма завышенной[1,3]. Это вызвано тем, что при получении отливок художественного назначения приходится применять сложные литниково-питающие системы (ЛПС) и нестандартные схемы питания отливок, вследствие этого уменьшается технологический выход годного (ТВГ). Несмотря на это, большое количество отливок

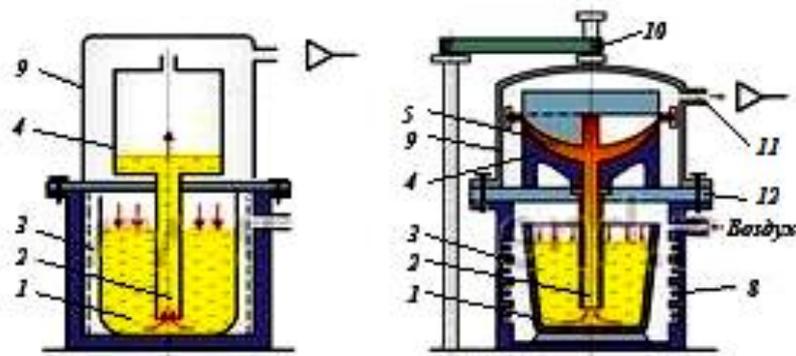
уходит в брак из-за поверхностных дефектов и вызвано это тем, что отливки художественного назначения, как правило, необходимо получать без дополнительной механической обработки.

Для снижения себестоимости готовых изделий, необходимо уменьшать количество металла расходуемого на ЛПС и элементы питающие тепловые узлы отливок (прибыли), также уменьшения количества необходимого расплава можно добиться получением полых отливок, для этих целей можно применить ряд методов получения отливок:

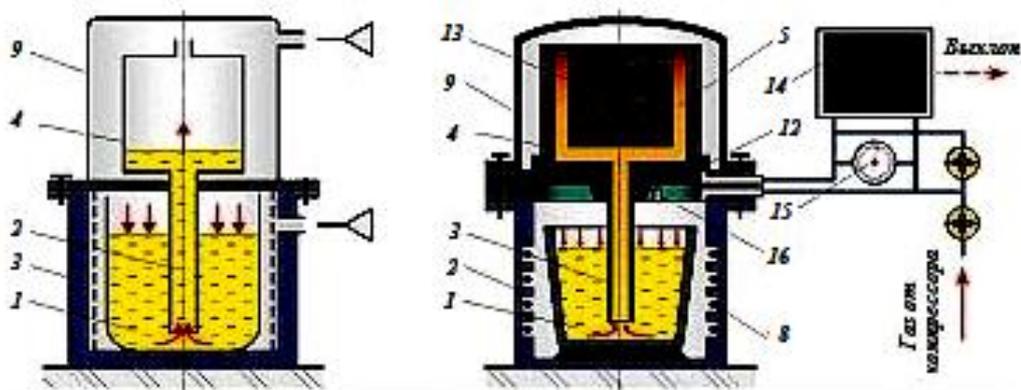
1. Применение установок литья противодавлением, вакуумным всасыванием и литья под низким давлением (Рис. 1), позволяющих получить отливку без ЛПС[2]. Принцип получения отливок данными методами состоит в том, что металл под действием разницы давлений по специальному металлопроводу входит в литейную форму и заполняет полость отливки. Основными преимуществами данных процессов литья являются: автоматизация трудоемкой операции заливки формы; возможность регулирования скорости потока расплава в полости формы изменением давления в камерах установок; улучшение питания отливки; снижение расхода металла на ЛПС. В данных установках также возможно получение отливок без прибылей, за счет того что питание отливки жидким расплавом происходит непосредственно в основной тепловой узел из металлопровода. Получение полых отливок данными методами затруднено тем, что при нормализации давления в камере с расплавом или формой жидкий металл под действием силы тяжести опускается обратно в тигель и в отливке образуется зона разреженности, что может привести к деформации полученного слоя твердой фазы на поверхности контакта отливки с формой. Данными методами все же возможно получение полых отливок, но необходимо производить расчет времени выдержки расплава для образования слоя твердой фазы на поверхности контакта отливки с формой необходимой прочности, способного противостоять усилиям деформации, возникающим вследствие действия зоны разреженности в массиве отливки.



*a*



*б*



*в*

Рис. 1. Схемы и установки: *a* – литья под низким давлением; *б* – литья вакуумным всасыванием фасонных отливок; *в* – литья с противодавлением;  
 1 – тигель с расплавом металла; 2 – металлопровод; 3 – камера тигля;  
 4 – металлическая форма; 5 – отливка; 6 – воздухопровод;  
 7 – герметизирующая крышка; 8 – нагреватели; 9 – камера формы;  
 10 – подъемное устройство; 11 – вакуум-провод, соединенный с ресивером;  
 12 – разделительная плита; 13 – стержень; 14 – регулирующее устройство;  
 15 – манометр; 16 – отсекабель

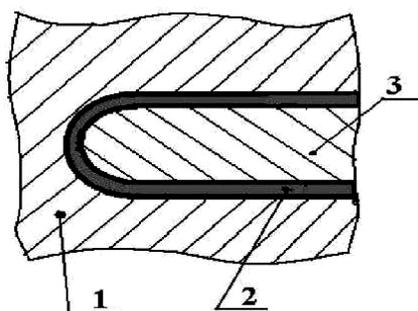


Рис. 2. Схема получения стержней в полости формы:

- 1 – форма;
- 2 – удаляемый слой;
- 3 – стержень

2. Применение литья с внутренними стержнями (Рис. 2), позволяет получать отливки с заданной толщиной стенки, избегать возникновения усадочных раковин и утяжин на поверхности, за счет ликвидации тепловых узлов[4,5]. Но при данном методе необходимо учитывать влияние термического расширения стержней и усадки сплава, т.к. взаимное влияние этих факторов может привести к возникновению трещин, как на поверхности отливки, так и в основном массиве.

Также при данном методе необходимо устанавливать прибыли для компенсации усадки сплава и необходимы ЛПС.

Чтобы избежать недостатков ранее описанных методов, можно применить метод литья «выливанием». Суть метода состоит в том, что после образования на поверхности контакта отливки с формой твердой фазы, производится поворот формы и жидкая фаза сливается. Таким образом, получатся отливка с заданным наружным контуром и полостью внутри. При данном методе нет необходимости в проектировании и конструировании ЛПС и прибылей, также нет необходимости в производстве стержней. Основной сложностью данного метода является то, что из-за сложной конфигурации художественных отливок, точный расчет времени выдержки расплава до образования твердой фазы на поверхности формы оказывается крайне трудоемким процессом и имеющим большие погрешности.

Для определения времени выдержки расплава нами был применен программный комплекс ProCAST. Комплекс базируется на методе конечных элементов, что обеспечивает высокую точность описания геометрии отливки и формы расчетной модели, учет большинства процессов теплового, кристаллизационного, металлургического, напряженно-деформированного характера. Для анализа была принята модель полусферы, за расплав принят эвтектический сплав на основе алюминия АК12, заливаемый в разовую песчано-глинистую форму (РПФ).

По результатам моделирования были получены данные представляющие зависимость толщины твердой фазы на поверхности контакта отливки с формой от времени выдержки расплава в форме. Данные представлены на (Рис. 3) и в табл. 1.

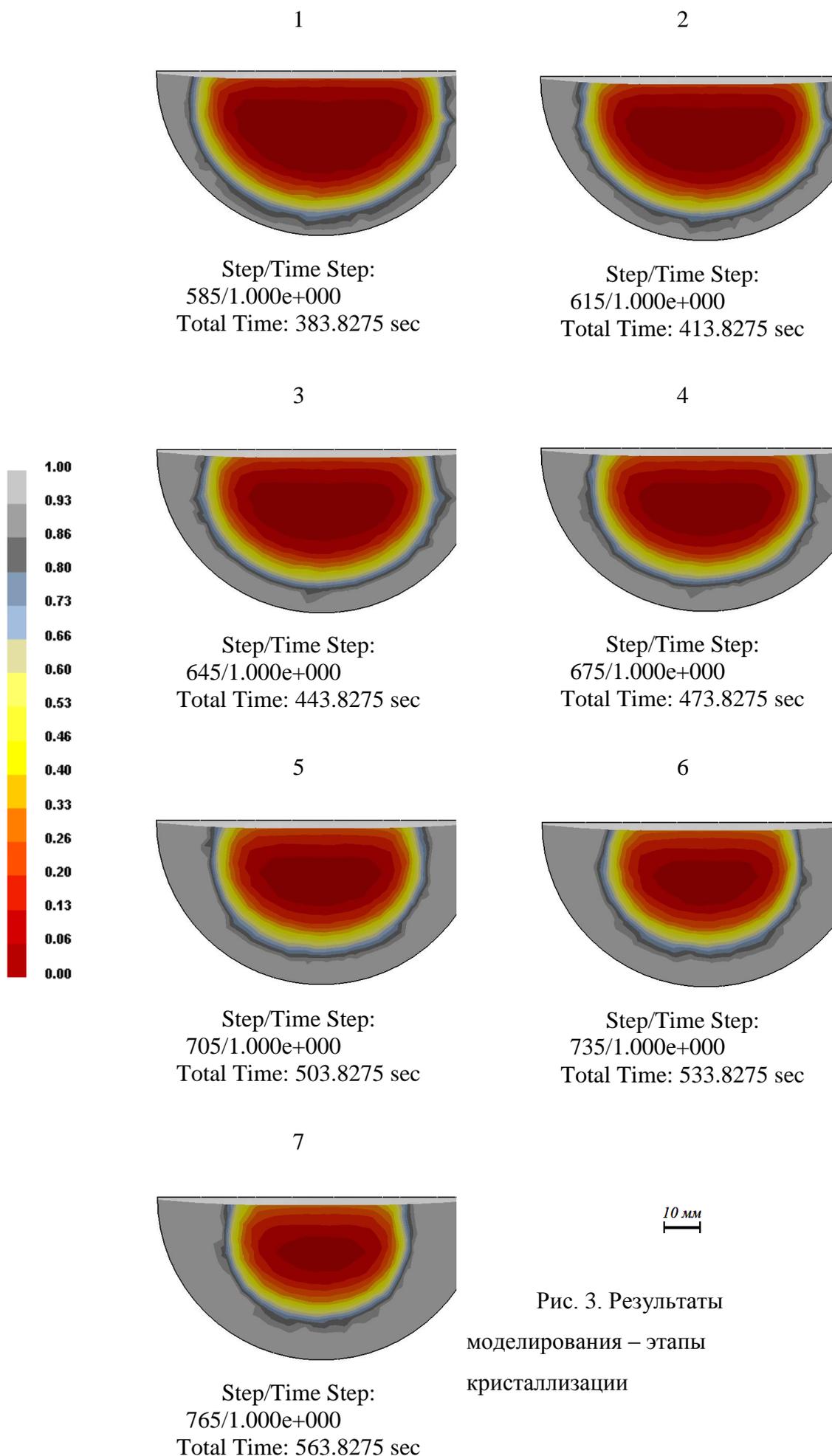


Рис. 3. Результаты моделирования – этапы кристаллизации

Таблица 1

Зависимости толщины твердой фазы от времени выдержки расплава в форме

Время выдержки, с	83	13	43	73	03	33	63
Толщина твердой фазы, мм	,28	,32	,12	,63	,15	,7	,73

После анализа результатов моделирования был проведен эксперимент при аналогичных условиях: марка сплава, материал формы и время выдержки. Результаты эксперимента приведены в табл. 2 и полученные образцы показаны на (Рис. 4.)

Таблица 2

Зависимости толщины твердой фазы от времени выдержки расплава в форме,  
полученные в ходе эксперимента

Время выдержки, с	83	13	43	73	03	33	63
Толщина твердой фазы, мм	,5	,73	,40	,84	,75	,95	,30

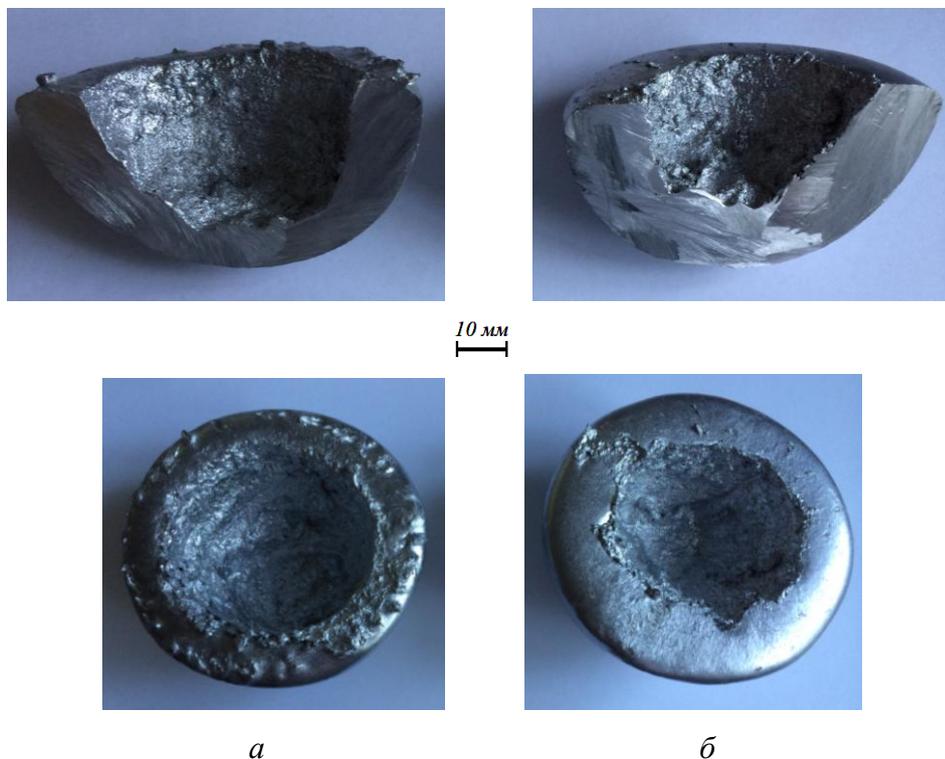


Рис. 4. Толщина полученной твердой фазы на образцах:  
*a* – при времени выдержки 563 сек. ; *б* – при времени выдержки 600 сек.

Полученные в ходе эксперимента результаты соответствуют результатам моделирования, из чего следует, что программный комплекс ProCAST возможно применять для оценки времени выдержки сплава на основе алюминия АК 12 в РПФ для получения необходимой толщины твердой фазы на поверхности контакта отливки с формой.

### Список литературы

1. Бех К.И., Васильев В.А., Гим Э.Ч., Петриченко А.М. Мир художественного литья. История технологии. - М.: Москва, 1997. - 272 с.
2. Зотов Б.Н. Художественное литье. -М.: Машиностроение, 1982. - 288 с.
3. Магницкий О.Н., Пирайнен В.Ю. Художественное литье. - СПб.: Политехника, 1996.-231 с.
4. Салем А.О., Рыбкин В.А. Изготовление выплавляемых моделей повышенных точности и теплоустойчивости // Литейное производство.-2000.-№8- С. 27-28.
5. Специальные способы литья: Справочник / Под ред. В.Д.Ефимова. - М.: Машиностроение, 1991. -436 с.

### Рецензенты:

Сиротенко Л.Д., д.т.н., проф. каф. СПиТКМ МТФ ПНИПУ, г. Пермь;

Беленький В.Я., д.т.н., проф., каф. СПиТКМ ПНИПУ, г. Пермь.