

УДК 621.74

Номограмма для определения количества жидкой и твердой фаз в суспензии (шликере) при изготовлении керамических литейных форм

Юсипов Равиль Фатегович

ysipov@bmstu.ru

SPIN-код: 1317-1980

Хациев Юрий Харитонович

uhh@bmstu.ru

SPIN-код: 7183-1516

Айрапетян Армен Саакович

ayrapetyanas@bmstu.ru

SPIN-код: 2990-2787

Виноградов Владислав Юрьевич

vin@bmstu.ru

SPIN-код: 6408-7578

Георгиевский Мирослав Георгиевич

geomiros@bmstu.ru

SPIN-код: 3787-0646

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Представлена номограмма для определения количественного содержания жидкой и твердой фаз в суспензиях (шликерах), используемых при изготовлении керамических форм по выплавляемым моделям и по постоянным моделям. Принцип построения номограммы основан на графическом изображении линий плотности взаимно нерастворимых материалов жидкой и твердой фаз в единичном объеме 100 см^3 и линии плотности суспензии по ее массе в объеме 100 см^3 . В результате графических построений по номограмме определяют массовое содержание компонентов суспензии в объеме 100 см^3 . Использование номограммы позволяет осуществлять оперативный контроль фазового состава суспензии, что является основным условием стабилизации параметров технологического процесса изготовления керамических форм при производстве отливок ответственного назначения.

Ключевые слова: номограмма, керамическая форма, суспензия, шликер, жидкая фаза, твердая фаза, плотность, масса, объем

Nomogram for determining the amount of liquid and solid phases in a suspension (slip) in the manufacture of ceramic casting molds

Yusipov Ravil Fategovich

ysipov@bmstu.ru
SPIN-code: 1317-1980

Khatsiev Yuri Kharitonovic

uhh@bmstu.ru
SPIN-code: 7183-1516

Ayrapetyan Armen Saakovich

ayrapetyanas@bmstu.ru
SPIN-code: 2990-2787

Vinogradov Vladislav Yuryevich

vin@bmstu.ru
SPIN-code: 6408-7578

Georgievsky Miroslav Georgievich

geomiros@bmstu.ru
SPIN-code: 3787-0646

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. The article presents a nomogram for determining the quantitative content of liquid and solid phases in suspensions (slips) used in the manufacture of ceramic molds using investment castings and permanent models. The principle of constructing the nomogram is based on the graphic representation of the density lines of mutually insoluble materials of the liquid and solid phases in a unit volume of 100 cm^3 and the density line of the suspension by its mass in a volume of 100 cm^3 . As a result of graphic constructions using the nomogram, the mass content of the suspension components in a volume of 100 cm^3 is determined. The use of the nomogram allows for operational control of the phase composition of the suspension, which is the main condition for stabilizing the parameters of the technological process for manufacturing ceramic molds in the production of critical castings.

Keywords: nomogram, ceramic form, suspension, slip, liquid phase, solid phase, density, mass, volume

Технологический процесс литья в керамические формы позволяет изготавливать тонкостенные отливки сложной конфигурации с повышенными требованиями по чистоте поверхности, геометрической точности, практически из любых сплавов.

Качество отливок в этом способе литья зависит от физико-механических свойств керамики и технологичности суспензии. Жидкоподвижность керамической суспензии, величина ее усадки, шероховатость рабочей поверхности формы, склонность к образованию трещин в керамике, получение керамического материала формы с достаточно плотной упаковкой зерен наполнителя, обеспечение заполнения тончайшего рельефа оснастки, введение точного количества гелеобразователя требуют соблюдения точных дозировок составляющих суспензии. С увеличением количества сухого наполнителя в суспензии повышается прочность, уменьшается усадка керамики, улучшается чистота поверхности керамических форм, снижается склонность к образованию трещин. Текучесть суспензии в процессе изготовления керамических форм характеризует степень ее подвижности при заполнении модельной оснастки наливным способом и определяется количеством жидкой фазы [1, 3].

Наиболее простым и доступным способом оценки текучести суспензии (шликера) является определение условной вязкости по времени истечения заданного объема суспензии 100 см^3 через калиброванные отверстия различного диаметра [2], однако в этом способе оценки не удастся определить количественное соотношение твердой и жидкой фазы в суспензии.

Строгое соблюдение фазового состава керамической суспензии (шликера) является основным условием стабилизации параметров технологического процесса изготовления керамических форм.

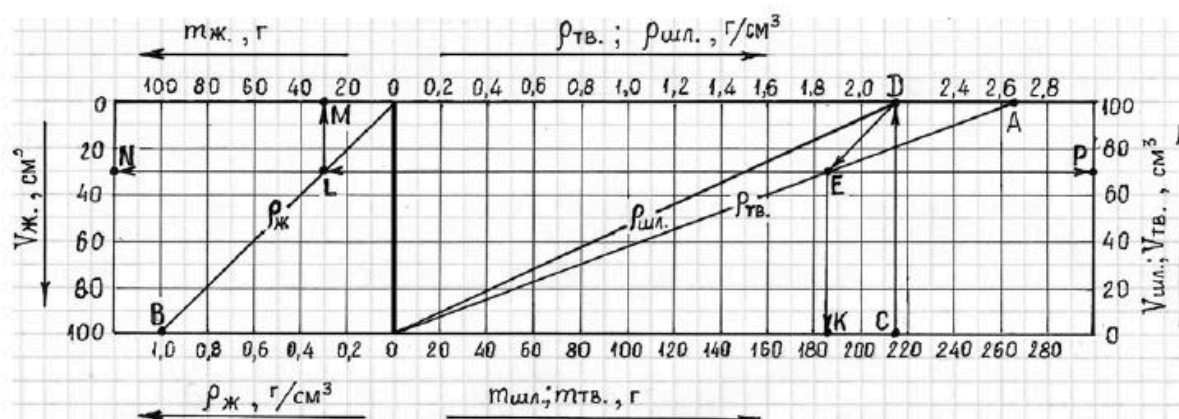
В статье разработана номограмма, с помощью которой возможно осуществление контроля фазового состава суспензии с точным определением количества жидкой и твердой фаз.

Построение номограммы (рисунок) основано на графическом решении уравнения

$$m = \rho V,$$

где m — масса, г; ρ — плотность, г/см^3 ; V — объем, см^3 .

Номограмма для вычисления массовых значений жидкой и твердой фазы в суспензии (шликере) представляет собой прямоугольную сетку с равномерными шкалами (рисунок). Номограмма разделена на две области.



Номограмма для вычисления массовых значений жидкой и твердой фазы в суспензии (шликере)

В левой области номограммы по горизонтальным шкалам обозначены значения плотности жидкой фазы суспензии $\rho_{\text{ж}}$ с единицей измерения г/см^3 (нижняя шкала) и значения массового количества жидкой фазы в суспензии $m_{\text{ж}}$ с единицей измерения в г (верхняя шкала). Возрастание значений $\rho_{\text{ж}}$ и $m_{\text{ж}}$ указана от 0 в левую сторону шкалы. По вертикальной шкале номограммы (левая шкала) обозначены значения объема жидкой фазы $V_{\text{ж}}$ с единицей измерения см^3 . Увеличение объема указано от 0 до 100 см^3 сверху вниз по шкале.

В правой области номограммы по горизонтальным шкалам нанесены значения плотности суспензии (шликера) $\rho_{\text{шл}}$ и плотностей материалов твердой фазы суспензии $\rho_{\text{тв}}$ с единицей измерения г/см^3 (верхняя шкала). Массо-

вое количество твердой фазы суспензии $m_{\text{ТВ}}$ и масса суспензии (шликера) $m_{\text{ШЛ}}$ с единицей измерения грамм обозначены на нижней горизонтальной шкале. Возрастание значений $\rho_{\text{ШЛ}}$, $\rho_{\text{ТВ}}$, $m_{\text{ШЛ}}$, $m_{\text{ТВ}}$ указано от нуля в правую сторону шкалы номограммы. По вертикальной шкале номограммы (правая шкала) обозначены значения объемов твердой фазы $V_{\text{ТВ}}$ и суспензии (шликера) $V_{\text{ШЛ}}$ с единицей измерения см^3 . Увеличение значений объема указано от 0 до 100 см^3 снизу вверх.

В работе проведено исследование суспензии (шликера) массой $m_{\text{ШЛ}} = 215 \text{ г}$ в объеме 100 см^3 , содержащей жидкую фазу — гидролизированный раствор этилсиликата ($\rho_{\text{ж}} = 1,0 \text{ г/см}^3$) и твердую фазу — пылевидный кварц (диоксид кремния) с плотностью $\rho_{\text{ТВ}} = 2,65 \text{ г/см}^3$ [4] с использованием разработанной номограммы.

В левой области номограммы выполнено построение линии $\rho_{\text{ж}}$ плотности жидкой фазы в объеме 100 см^3 . Для этого на шкале плотности жидкой фазы (нижняя горизонтальная шкала) обозначают точку В, соответствующую плотности гидролизованного раствора этилсиликата $\rho_{\text{ж}} = 1,0 \text{ г/см}^3$. Из точки 0 на верхней горизонтальной шкале проведен луч до точки В. Луч 0В является линией плотности жидкой фазы суспензии $\rho_{\text{ж}}$.

В правой области номограммы (рисунок) выполнено построение линии $\rho_{\text{ТВ}}$ плотности твердой фазы в объеме 100 см^3 . Из начала координат проведен луч до точки А, соответствующей плотности диоксида кремния $\rho_{\text{ТВ}} = 2,65 \text{ г/см}^3$. Луч 0А является линией плотности материала твердой фазы суспензии $\rho_{\text{ТВ}}$.

Для определения плотности исследуемого шликера в правой области номограммы из точки С на нижней горизонтальной шкале соответствующей массе шликера $m_{\text{ШЛ}} = 215 \text{ г}$ в объеме 100 см^3 проведен перпендикуляр до пересечения с верхней горизонтальной шкалой (точка D). Вычисленная плотность шликера составляет $\rho_{\text{ШЛ}} = 2,15 \text{ г/см}^3$.

Для определения массового количества жидкой и твердой фаз в исследуемом шликере из точки D проведена линия, параллельная линии 0В ($\rho_{\text{ж}}$) в левой области номограммы, до пересечения с линией 0А ($\rho_{\text{ТВ}}$) правой области номограммы. Из точки пересечения Е проведена линия, параллельная нижней шкале номограммы до пересечения с лучом 0В ($\rho_{\text{ж}}$) в левой части номограммы (точка L).

Из точек L и Е проведены перпендикуляры на шкалы со значениями $m_{\text{ж}}$ и $m_{\text{ТВ}}$ соответственно: точка пересечения М определяет массовое количество жидкой фазы в шликере $m_{\text{ж}} = 30 \text{ г}$, точка пересечения К определяет массовое количество твердой фазы $m_{\text{ТВ}} = 185 \text{ г}$.

Сумма масс жидкой и твердой фаз, вычисленных с использованием номограммы $m_{\text{ж}} + m_{\text{ТВ}} = 215 \text{ г}$, что соответствует массе исследуемого шликера в 100 см^3 .

Для определения объемов жидкой и твердой фаз в 100 см^3 шликера проведены линии через точки L и Е параллельные шкалам $m_{\text{ж}}$ и $m_{\text{ТВ}}$ до пересечения с вертикальными шкалами номограммы $V_{\text{ж}}$ и $V_{\text{ТВ}}$. Точка пересечения N

определяет объем жидкой фазы в 100 см^3 шликера $V_{\text{ж}} = 30 \text{ см}^3$; точка пересечения Р определяет объем твердой фазы в 100 см^3 шликера $V_{\text{тв}} = 70 \text{ см}^3$.

Результаты вычислений подтверждают возможность определения массового количества жидкой и твердой фазы исследуемой суспензии (шликера) по ее плотности, вычисляемой исходя из массы суспензии (шликера) в объеме 100 см^3 .

Разработанная номограмма позволяет оперативно определять массовые значения жидкой и твердой фаз суспензии (шликера) при изготовлении керамических литейных форм.

Использование номограммы позволяет осуществлять оперативный контроль фазового состава суспензии, что является основным условием стабилизации параметров технологического процесса изготовления керамических форм при производстве отливок ответственного назначения.

Список источников

- [1] Стрюченко А.А., Захарченко Э.В. *Керамические формы в точном литье по постоянным моделям*. Москва, Машиностроение, 1988, 128 с.
- [2] Шкленник Я.И., Озеров В.А. *Литье по выплавляемым моделям*. Москва, Машиностроение, 1984, 408 с.
- [3] Гини Э.Ч., Зарубин А.М., Рыбкин В.А. *Специальные технологии литья*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010, 367 с.
- [4] Иванов В.Н. *Словарь-справочник по литейному производству*. Москва, Машиностроение, 1990, 384 с.