

Summary

Doroshenko V., Berdyev K.

Current trends of designing the molding boxes for lost foam process

Experience of construction of vacuum molding boxes for lost foam casting with sand molds and its workability in the existing foundries are described. Usage of lost foam casting and molds' evacuation during modernization of foundry will improve technological and environmental culture of industry.

Keywords

casting-box, casting container, lost foam, designing, PTIMA NAS of Ukraine, vacuum

Поступила 03.06.10

УДК 621.74.04

А. А. Жегур, С. И. Репях*, Р. В. Усенко*

ООО «Научно-техническое предприятие „Новые машины и технологии“», Днепропетровск

*Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

Условная вязкость жидкостекольной суспензии

Исследовано влияние плотности жидкого стекла, температуры и наполненности жидкостекольной суспензии пылевидным кварцем или золой-уносом тепловой электростанции на величину условной вязкости.

Ключевые слова: суспензия, жидкое стекло, кварц, зола-унос, вязкость

Многообразие технологий изготовления керамических оболочковых форм (КО) в литье по выплавляемым моделям предполагает в ряде случаев использование жидкостекольных суспензий, приготовленных на основе кварца пылевидного и натриевого жидкого стекла с величиной силикатного модуля $M_{\text{SiO}_2} = 3,0 \dots 3,2$. Слои КО, выполненные на жидком стекле, либо составляют основу КО, либо частично заменяют внешние этилсиликатные слои и используют, преимущественно, для повышения прочности и снижения себестоимости КО, либо применяют для выполнения лицевого слоя КО с целью стабилизации чистоты поверхности отливок. Для производства КО, помимо низкомолекулярного жидкого стекла, используют высококремнеземное жидкостекольное связующее, которое приготавливают в условиях литейного цеха из сухого концентрата марки НСК (натриевый сухой концентрат) с M_{SiO_2} до 30 либо применяют кремнезоль (жидкое стекло) с $M_{\text{SiO}_2} = 45 \dots 90$.

Из числа перечисленных жидких стекол наиболее дешевым, доступным и стабильным по своим свойствам является стекло с $M_{\text{SiO}_2} = 3,0 \dots 3,2$. Существенными недостатками такого жидкого стекла

как связующего материала для КО являются невысокая термостойкость КО, а также чувствительность свойств КО (прочность, термостойкость, газопроницаемость и т. п.) к изменению параметров состояния жидкостекольной суспензии.

Условная вязкость, оцениваемая по вискозиметру ВЗ-4 в секундах, – один из критериев оценки состояния жидкостекольной суспензии в литейных цехах. Вязкость суспензии, в свою очередь, зависит (при постоянном модуле жидкого стекла) от плотности используемого жидкого стекла, температуры и наполненности (m) суспензии пылевидным наполнителем. Наполненность суспензии – масса пылевидного наполнителя в 1 дм^3 ее жидкой составляющей, в данном случае – жидкого стекла, разбавленного до требуемой плотности, от которого во многом зависит условная вязкость суспензии. При этом условная вязкость самого жидкого стекла мало зависит от его плотности и температуры, о чем свидетельствует зависимость, представленная на рис. 1.

В соответствии с рис. 1 условная вязкость жидкого стекла определяется, в основном, его силикатным модулем, с увеличением которого она понижается [1]. Применительно к огнеупорным суспензиям

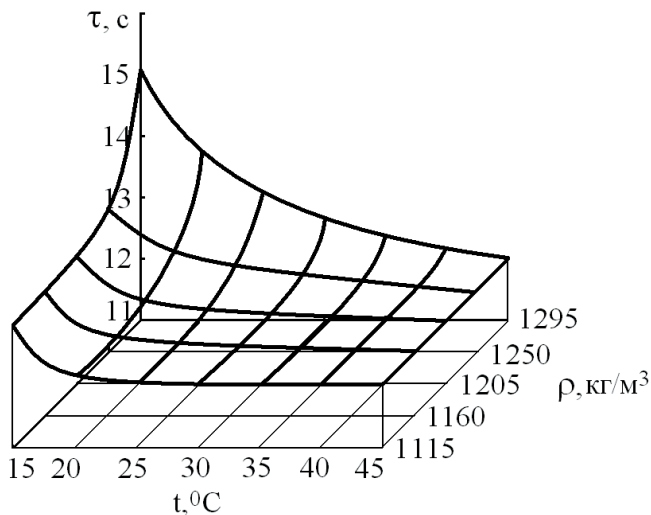


Рис. 1. Изменение условной вязкости натриевого жидкого стекла ($M_{SiO_2} = 3,0...3,2$) от его плотности (ρ) и температуры (t)

данная закономерность не сохраняется, о чем свидетельствует изменение зависимостей на рис. 2 для жидкостекольных суспензий, наполненных кварцем пылевидным марки КП-1.

В настоящей работе исследовали влияние типа пылевидного наполнителя жидкостекольной суспензии, ее наполненности пылевидным наполнителем, температуры и плотности применяемого натриевого жидкого стекла на условную вязкость суспензии.

Исследования проводили на суспензиях, приготовленных на основе содового натриевого жидкого стекла (ГОСТ 13078-81) с величиной модуля $M_{SiO_2} = 3,0...3,2$, плотностью ρ при 20 °С от 1,15 до 1,30 г/см³.

В исследованиях использовали жидкостекольные суспензии с температурой (t) от 20 до 50 °С, наполненные кварцем пылевидным марки КП-1 или золой-уносом Приднепровской тепловой электростанции (ТЭС) из расчета от 1 до 2 кг на 1 дм³ жидко-

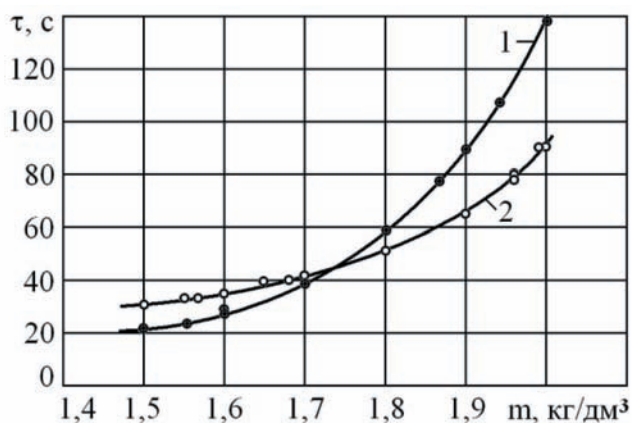


Рис. 2. Изменение условной вязкости по вискозиметру ВЗ-4 жидкостекольной суспензии при температуре 20...21 °С и плотности жидкого стекла 1,17 г/см³ от наполненности пылевидным кварцем (m) для $M_{SiO_2} = 3,0...3,2$ (1) и $M_{SiO_2} = 45...50$ (2)

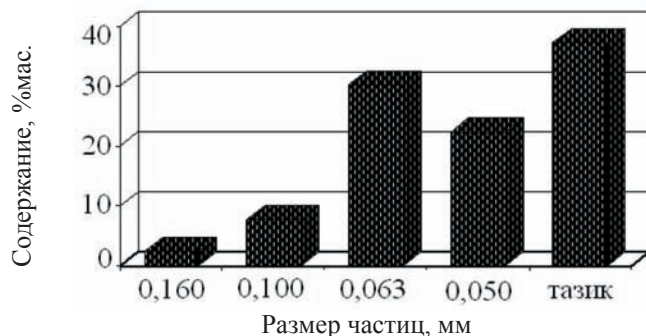


Рис. 3. Гистограмма гранулометрического состава золы-уноса Приднепровской ТЭС после просеивания через сито с величиной стороны ячейки 0,2 мм

го стекла при температуре 20 °С. Условную вязкость суспензий (τ) определяли по вискозиметру ВЗ-4 в секундах. Длительность истечения суспензии из вискозиметра фиксировали по секундомеру.

По результатам обработки проведенных экспериментальных исследований изменений ρ (1,15-1,30 г/см³), m (1-2 кг/дм³) и t (20-50 °С) для жидкостекольной суспензии, наполненной кварцем пылевидным, получили следующую эмпирическую зависимость:

$$\begin{aligned} \tau = & 8,67468\rho^2 m^2 t^2 - 19,6061\rho m^2 t^2 + 11,26m^2 t^2 - \\ & 12,8689\rho^2 m t^2 + 28,04408\rho m t^2 - 15,68624m t^2 + \\ & + 4,266\rho^2 t^2 - 8,60652\rho t^2 + 4,52574t^2 - \\ & - 1535,1754\rho^2 m^2 t + 3566,6185\rho m^2 t - 2088,50935m^2 t + \\ & + 3149,7664\rho^2 m t - 7285,509\rho m t + 4254,91478m t - \\ & - 1616,244\rho^2 t + 3721,7936\rho t - 2167,6333t + \\ & + 59710,70625\rho^2 m^2 - 139122,329\rho m^2 + 81509,99m^2 - \\ & - 135630,8663\rho^2 m + 315689,7224\rho m - 184865,77m + \\ & + 75993,8195\rho^2 - 176701,4635\rho + 103426,5833, \end{aligned}$$

где τ – время истечения суспензии из вискозиметра, с; ρ – плотность жидкого стекла, г/см³; m – наполненность суспензии, кг/дм³; t – температура жидкостекольной суспензии, °С.

Зола-унос Приднепровской ТЭС – порошкообразный материал серого цвета плотностью 2200-2450 кг/м³, удельная поверхность материала – 4000-7000 см²/г. Минеральный состав золы-уноса представлен, в основном, двуокисью кварца ($\beta\text{-SiO}_2$), муллитом ($2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{SiO}_2$) и маггемитом ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) [2]. Химический состав золы-уноса приведен в таблице, гранулометрический состав использованной в исследованиях золы-уноса представлен в виде гистограммы на рис. 3.

Анализ данных таблицы показывает, что зола-унос состоит, в основном, из окислов кремния, алюминия, железа и углерода. При этом (см. рис. 3) подавляющая часть золы-уноса представляет собой частицы округлой и кубической форм с размерами 0,063 мм и менее. То есть, зола-унос может быть успешно использована в качестве пылевидного наполнителя жидкостекольной суспензии, используемой для выполнения в КО второго и последующих,

Химический состав золы-уноса Приднепровской ТЭС

| Вещество | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | SO ₃ | FeO | R ₂ O | TiO ₂ | П. П. П. |
|-------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------|---------|-----------------|---------|------------------|------------------|-----------|
| Содержание, %мас. | 47,8-48,2 | 23,0-23,5 | 7,1-7,3 | 2,2-2,5 | 0,9-1,1 | 0,6-0,7 | 0,8-1,0 | 2,2-2,7 | ~0,5 | 12,9-13,3 |

Примечание: П. П. П. – потери после прокаливании при 1000 °С

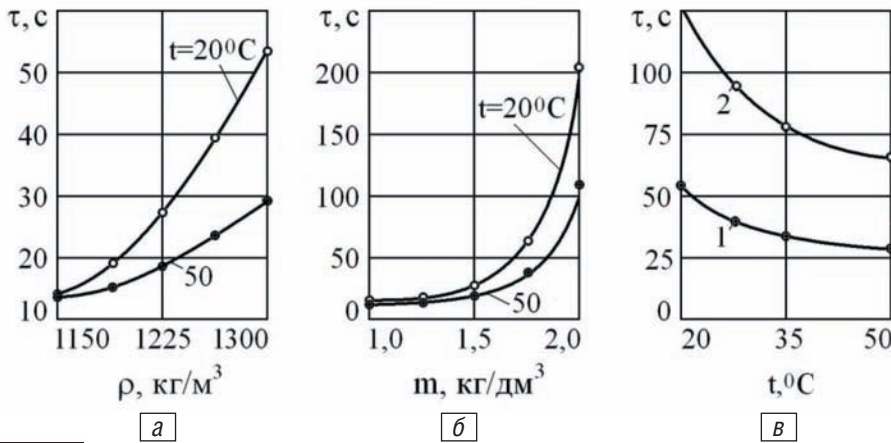


Рис. 4. Изменение условной вязкости жидкостекольной суспензии с кварцем пылевидным от плотности жидкого стекла при $m = 1,5 \text{ кг/дм}^3$ (а), относительной массы пылевидного кварца в суспензии при $\rho = 1225 \text{ кг/м}^3$ (б), температуры суспензии (в) при $\rho = 1115 \text{ кг/м}^3$, $m = 2 \text{ кг/дм}^3$ (1) и $\rho = 1225 \text{ кг/м}^3$, $m = 1,82 \text{ кг/дм}^3$ (2)

а также закрепляющих слоев взамен кварца пылевидного.

Зависимость условной вязкости жидкостекольной суспензии, наполненной пылевидными частицами золы-уноса, от ее температуры, наполненности суспензии и плотности жидкого стекла описывается следующей эмпирической зависимостью:

$$\begin{aligned} \tau = & 5,18526\rho m^2 t^2 - 1,82351\rho^2 m^2 t^2 - 3,53m^2 t^2 + \\ & + 3,48649\rho^2 m t^2 - 9,84267\rho m t^2 + 6,66972m t^2 - \\ & - 1,64284\rho^2 t^2 + 4,60894\rho t^2 - 3,1105t^2 + 15,675\rho^2 m^2 t - \\ & - 113,936\rho m^2 t + 107,9934m^2 t - 35,8908\rho^2 m t + \\ & + 223,4159\rho m t - 205,2954m t + 19,5434\rho^2 t - \\ & - 108,1294\rho t + 96,6061t + 5645,296\rho^2 m^2 - \\ & - 11612,68\rho m^2 + 5951,56m^2 - \\ & - 10049\rho^2 m + 20706\rho m - \\ & - 10630,6m + 4761,752\rho^2 - \\ & - 9922,395\rho + 5173,418. \end{aligned}$$

Адекватность полученных формул оценивали путем вычисления относительной погрешности между расчетными значениями и экспериментальными данными. Установлено, что полученные формулы удовлетворительно описывают зависимость $\tau = f(\rho, m, t)$, о чем свидетельствуют данные, представленные на рис. 4 и 5, на которых точки – экспериментальные данные, кривые – зависимости, рассчитанные по формулам. При этом величина наибольшей относительной погрешности между расчетными и пределами изменения экспериментальных данных не превышает 4 %.

Анализ зависимостей на рис. 4 и 5 показывает, что условная вязкость жидкостекольной суспензии возрастает с понижением ее температуры, увеличением плотности используемого жидкого стекла и наполненности суспензии пылевидным кварцем. Исходя из безопасности использования, а также

незначительного понижения условной вязкости жидкостекольной суспензии при ее температуре более 50°C , для производства КО целесообразно использование жидкостекольных суспензий с температурой $47...52^\circ\text{C}$.

Для приближенного определения условной вязкости жидкостекольной суспензии по приведенным выше формулам построены соответствующие номограммы, представленные на рис. 6 и 7.

В литье по выплавляемым моделям для изготовления первого слоя КО обычно используют жидкостекольную суспензию с величиной условной вязкости $55...60 \text{ с}$ и $\rho \cong 1,15 \text{ г/см}^3$, приготовленную на основе натриевого жидкого стекла, с силикатным модулем $3,0...3,2$; для второго и последующих слоев КО – жидкостекольную суспензию с условной вязкостью $30...35 \text{ с}$ и $\rho \cong 1,225 \text{ г/см}^3$.

Используя номограмму на рис. 5 несложно определить, что при температурах суспензии 20 и 50°C величина ее наполненности для первого слоя составляет $m_{20} = 1,8...1,82$ и $m_{50} = 1,95...1,97 \text{ кг/дм}^3$ соответственно. Для суспензии, приготовленной на жидком стекле с плотностью $\rho \cong 1,225 \text{ г/см}^3$, с целью выполнения второго и последующих слоев КО при 20°C $m_{20} = 1,54...1,58 \text{ кг/дм}^3$, а при 50°C – $m_{50} = 1,69...1,73 \text{ кг/дм}^3$. Оставив условную вязкость

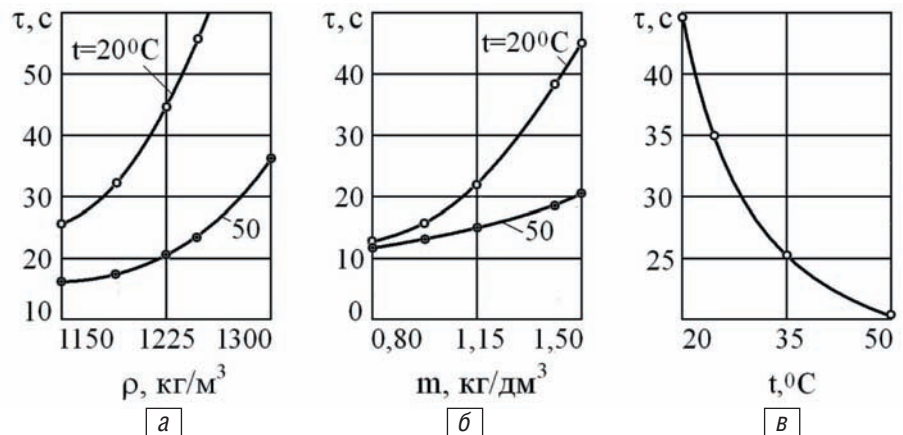


Рис. 5. Изменение условной вязкости жидкостекольной суспензии с золой-уносом Приднестровской ТЭС от плотности жидкого стекла при $m = 1,5 \text{ кг/дм}^3$ (а), относительной массы пылевидного кварца в суспензии при $\rho = 1225 \text{ кг/м}^3$ (б), температуры суспензии (в) при $\rho = 1225 \text{ кг/м}^3$ и $m = 1,5 \text{ кг/дм}^3$

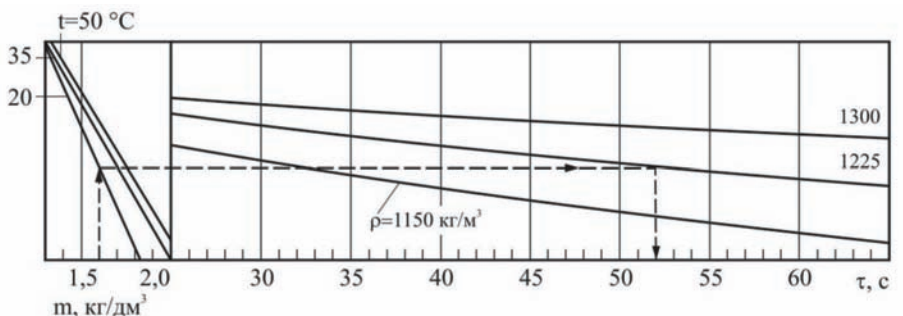


Рис. 6. Номограмма для определения условной вязкости (по вискозиметру ВЗ-4) суспензии на основе жидкого натриевого стекла ($M_{\text{SiO}_2} = 3,0...3,2$) и кварца пылевидного

Выводы

Результаты проведенных исследований позволили установить закономерности изменения условной вязкости жидкостекольной суспензии, наполненной кварцем пылевидным или золой-уносом Приднепровской ТЭС, от температуры, плотности жидкого стекла и наполненности суспензии пылевидным материалом. Установлено, что с повышением температуры суспензии содержание пылевидного материала в ней может быть

увеличено без изменения величины ее условной вязкости, которую она имела при более низкой температуре.

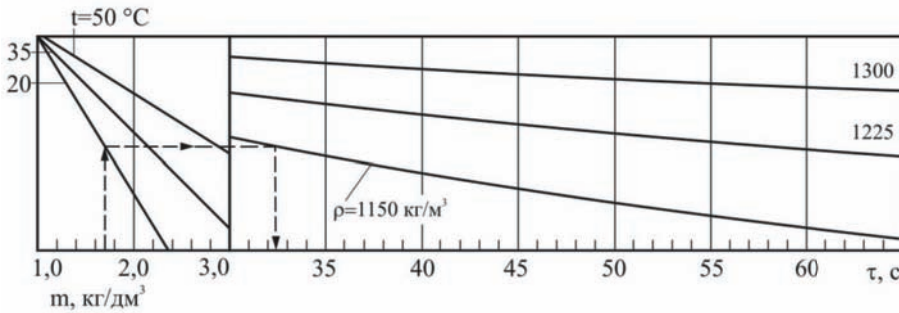
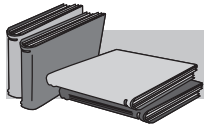


Рис. 7. Номограмма для определения условной вязкости (по вискозиметру ВЗ-4) суспензии на основе жидкого натриевого стекла ($M_{\text{SiO}_2} = 3,0 \dots 3,2$) и золы-уноса Приднепровской ТЭС

жидкостекольной суспензии неизменной, следует, что за счет повышения температуры суспензии можно существенно увеличить ее наполненность пылевидным кварцем, и, следовательно, изменить свойства жидкостекольной КО или ее жидкостекольных слоев.



ЛИТЕРАТУРА

1. Репях С. И. Технологические основы литья по выплавляемым моделям. – Днепропетровск: Лира, 2006. – 1056 с.
2. Исследование основных технологических свойств железофосфатных холоднотвердеющих смесей при использовании в качестве компонента золы-уноса Приднепровской ТЭС / В. Е. Хрычиков, В. Ю. Селиверстов, Ю. В. Доценко и др. // *Металлургическая и горнорудная пром-сть.* – 2006. – № 6 (240) – С. 27-28.

Анотація

Жегур О. А., Реп'ях С. І., Усенко Р. В.

Умовна в'язкість рідкоскляної суспензії

Досліджено вплив щільності рідкого скла, температури і наповненості рідкоскляної суспензії пилоподібним кварцем або золою-віднесенням теплової електростанції на умовну в'язкість.

Ключові слова

суспензія, рідке скло, кварц, зола-віднесення, в'язкість

Summary

Zhegur A., Repyakh S., Usenko R.

Conditional viscosity of suspension of a liquid stack

Influence of closeness of liquid glass is investigational, temperature and gap-fillingness of suspension on the basis of liquid glass by a pulverulent silex or ash-taking away of thermal power-station on the size conditional viscosity.

Keywords

suspension, liquid glass, quartz (flint), fly ash, viscosity

Поступила 07.10.10