

а уровень пластичности и вязкости металла возрос на 22 % вследствие снижения содержания серы и фосфора. Применение данной технологии позволяет сохранить в номенклатуре металлургического завода ОАО «Уралмаш» крупные стальные отливки массой более 100 т.

**В.А.Гущин, В.И. Хоруженко,
В.М. Миляев, А.В Голованов,
А.Р. Бадертинов**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКОСТЕКОВЫХ СМЕСЕЙ

Широкое внедрение пластических жидкостекловых смесей для производства литых заготовок обусловлено целым рядом преимуществ новой технологии: сокращение рабочего цикла изготовления форм и стержней в 8–10 раз; повышение производительности труда на 30 %; улучшение качества продукции и санитарно-гигиенических условий труда и др.

Однако использование жидкого стекла в качестве связующего имеет негативные стороны, связанные с природой этого материала. Жидкое стекло как раствор кремнезема SiO_2 в целом относится к химически неустойчивым системам. Это связующее способно разлагаться от многочисленных факторов: процесса смешивания, времени доставки на формовку и времени хранения в бункерах до формовки. Коллоидный раствор жидкого стекла химически взаимодействует с различными примесями (CaO , FeO , MgO и др.) и формовочными материалами (кварцевый песок, хромомagnesит, хромистый железняк). Реакция химического взаимодействия может ускориться от температуры, интенсивного перемешивания элементов композиций в бегунах. Поэтому, в отличие от песчано-глинистых смесей, жидкостекловые композиции приготавливаются в скоростном режиме и при их приготовлении вводится ограничение по температуре исходных материалов (песок, глина – температура не более 30 °С).

За приготовлением следует операция транспортировки к участкам формовки и хранения смеси в бункерах или специальных коробках до момента ее пуска в работу. Смесь на транспортерных лентах и в бункерах

хранения может находиться до двух и более суток. К химическому разложению жидкого стекла смеси добавляются явление высыхания на ленточных транспортерах и взаимодействие смеси с атмосферными газами, в первую очередь с углекислым газом, который является для жидкого стекла химическим отвердителем.

Высокая реакционная способность жидкого стекла позволяет использовать данное связующее в формовочных смесях с различными вариантами отвердителя. Веществ, не реагирующих с раствором жидкого стекла, меньше, чем способных вступать с ним во взаимодействие.

Взаимодействие связующего с различными компонентами до операции преднамеренного отверждения является вредным явлением и изменяет свойства формовочных смесей. К таким свойствам относятся: прочность смеси во влажном состоянии ($\sigma_{сж}$), газопроницаемость (Γ), влагосодержание (W) и прочность формовочных композиций на разрыв ($\sigma_{раз}$). Они также взаимосвязаны с технологическими показателями: формумостью (Φ), прилипаемостью (Π), текучестью (T), которые в комплексе с контролируемыми параметрами обеспечивают требуемые в производстве качественные характеристики формовочных смесей.

Несанкционированные изменения физико-механических показателей ($\sigma_{сж}$, $\sigma_{раз}$, Γ , W) жидкостекольной смеси в период приготовления, транспортировки и хранения снижают стабильность технологического процесса и в некоторых случаях приводят к браку формовочных композиций и готовых изделий (форм, стержней), полученных с использованием этих смесей. Необходимо по жидкостекольным смесям иметь данные по кинетике изменения свойств и определить периоды, после которых формовочные композиции бракуются. То есть требуется оптимизация параметров жидкостекольных смесей, которые обеспечивают не только качество форм и стержней, но и, в конечном итоге, качество отливок.

Разложение, высыхание, преждевременное твердение жидкого стекла как комплексные показатели живучести формовочных смесей зависят от следующих факторов:

- модуля жидкого стекла;
- содержания глинистой добавки;
- продолжительности перемешивания комплектов смеси в бегунах;
- температуры исходных материалов и их нагрева при механическом смешивании;

- параметров (влажности, температуры) окружающей воздушной среды в процессе приготовления и хранения смесей.

Рассмотрим влияние этих факторов на свойства смесей.

Длительность сохранения сырой смесью пластических свойств будет непосредственно зависеть от модуля жидкого стекла. Чем ниже модуль стекла, тем выше окажется pH раствора силиката натрия, тем медленнее походят процессы разложения и дольше сохраняются пластические свойства смеси. Напротив, применение жидкого стекла высокого модуля неизбежно приведет к очень быстрому затвердеванию смеси и потере ею пластических свойств уже в первые часы после изготовления. Выбор модуля стекла непосредственно связан также с влажностью смеси. Чем выше модуль стекла, тем выше должна быть влажность смеси, что повышает прилипаемость смесей к моделям и ящикам, а также увеличивает опасность образования в отливках газовых раковин. Поэтому следует стремиться к минимальной общей влажности смесей, которая, как правило, не должна превышать 4,0–4,5 %. В свою очередь, необходимость обеспечения минимальной влажности смесей приводит к нецелесообразности применения жидкого стекла высокого модуля. Наконец, применение высокомодульного стекла требует введения в смесь глины, добавление которой во многих случаях оказывается необходимым.

Влияние модуля жидкого стекла на прочностные свойства смеси изучали на формовочной композиции следующего состава: кварцевый песок – 100 %, глина – 6 %, жидкое стекло различных модулей с плотностью $1,5 \text{ г/см}^2$ – 8 %. Смешивание проводили в лабораторных бегунах в течение 8 мин, физико-механические свойства определялись в течение времени выдержки 0, 24, 48 и 72 ч. Хранение смеси осуществляли в воздушной среде с относительной влажностью ≈ 100 %. Результаты экспериментов приведены в таблице.

Как следует из таблицы, смеси на жидком стекле с модулем свыше 2 единиц имеют тенденцию при хранении терять основное свойство – сухую прочность, которая гарантирует форме устойчивость от различных видов разрушения, а значит и качество отливок.

В ходе экспериментов изучалось и влияние на прочность количества жидкого стекла, а также количества глинистой составляющей и времени перемешивания. Результаты представлены на рис. 1, 2.

На основе проведенных исследований можно сделать вывод о том, что свойства смесей из бегунов и при формовке могут значительно отли-

чатся. В связи с этим необходимо не только правильно подбирать состав смеси, но и четко устанавливать режимы ее использования в производстве.

Влияние модуля жидкого стекла и продолжительности выдержки смеси на ее прочностные свойства

Модуль жидкого стекла М при плотности $\approx 1,5 \text{ г/см}^3$	Продолжительность выдержки смеси, ч	Прочность на сжатие в сыром состоянии, кг/см^2	Влажность, %	Прочность на разрыв, кг/см^2
1,86	0	0,15	3,48	12,46
	24	0,15	3,44	12,30
	48	0,165	3,44	12,98
	72	0,165	3,42	12,65
2,07	0	0,15	3,50	15,58
	24	0,16	3,47	13,81
	48	—	—	—
	72	0,17	3,45	11,96
2,53	0	0,15	4,00	16,28
	24	0,17	3,95	13,78
	48	0,175	3,94	13,72
	72	0,18	3,92	13,12
2,8	0	0,18	4,04	18,51
	24	0,28	3,96	14,30
	48	0,32	3,90	11,93
	72	0,36	3,90	8,65

Жидкостекольные смеси в отношении глины характеризуются часто недоучитываемой особенностью: жидкое стекло является активным химическим реагентом, который может вступить в реакцию с глиной. Поэтому необходимо обращать особое внимание на качество добавляемых в смесь глин и их количество. При увеличении содержания глины необходимо уменьшить модуль жидкого стекла. Так, например, при модуле 2,2 допускается содержание глины 6 %, а при модуле 2,27 – только 3 %.

Величина модуля выбирается и в зависимости от того промежутка времени, в течение которого формовочная смесь выдерживается до изготовления форм. Формуемость и другие технологические свойства смеси сохраняются в зависимости от модуля определенное время: при модуле 2,2 – 4 сут, при модуле 2,5 – 2 сут, при модуле 2,7 – 8 ч, при модуле 3,2 – 3 ч.

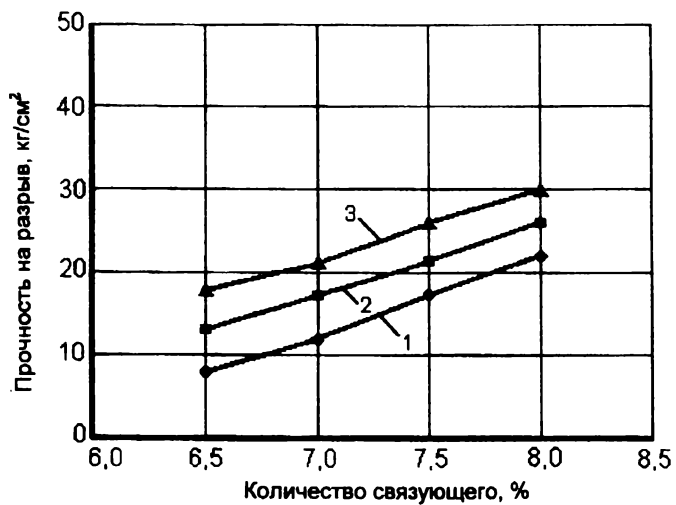
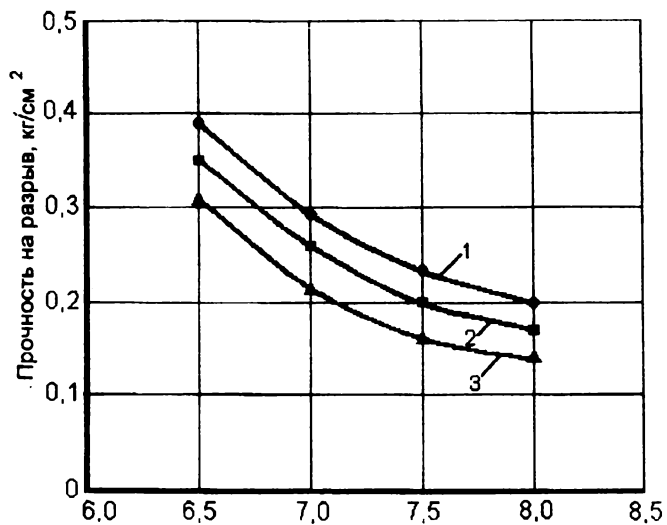


Рис. 1. Зависимость прочностных свойств жидкостеклянной смеси (СЖС-1) от количества введенного связующего:
 1 – 7 %; 2 – 6 %; 3 – 5 %

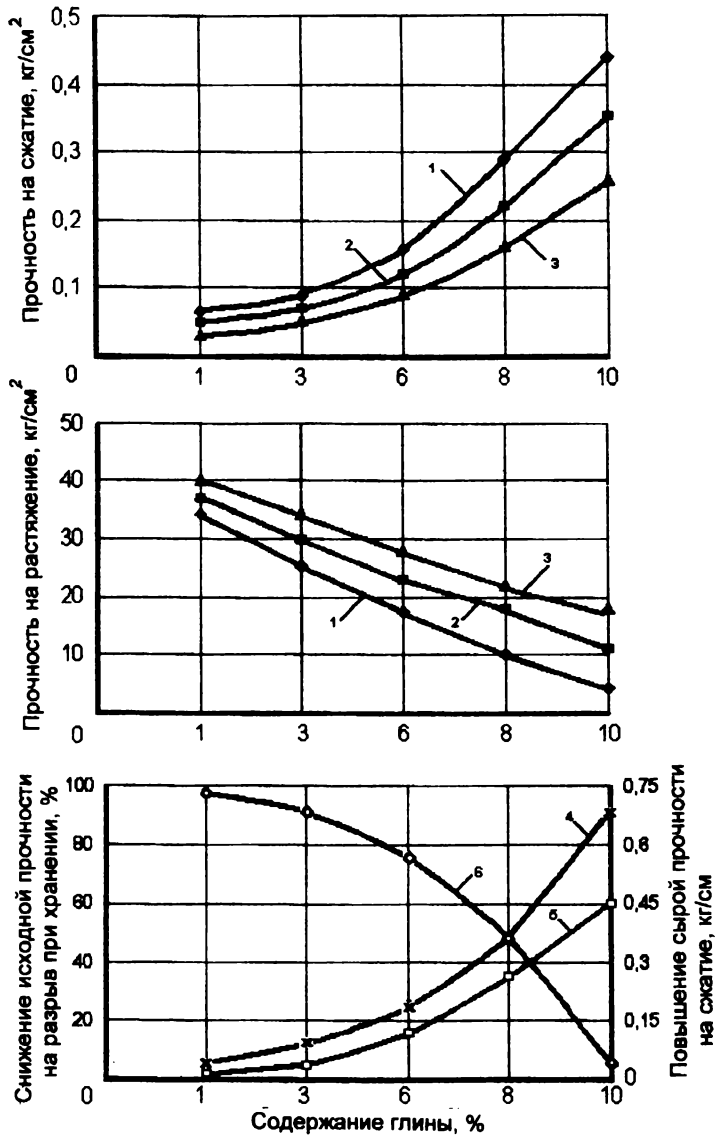


Рис. 2. Зависимость прочностных свойств жидкостекольной смеси от количества глинистой составляющей и времени перемешивания:
 1 – 7 %; 2 – 7,5 %; 3 – 8 %; 4 – 48 ч; 5 – 24 ч; 6 – 24 ч

При высоком модуле задержка с изготовлением формы может привести к значительному изменению свойства смеси (см. рис. 1, 2). Механизм разложения жидкого стекла при использовании его в формовочных смесях до настоящего времени полностью не раскрыт, поэтому рекомендации различных авторов по преодолению этого недостатка связующего противоречивы.

Повышенная склонность к разложению раствора силиката натрия является положительным свойством, так как появляется возможность при неизменном составе, только за счет времени перемешивания получать формовочные композиции с различными необходимыми для практики прочностными свойствами стержней и форм в сыром и сухом состояниях.

Однако помимо времени перемешивания существует еще целый ряд причин, способствующих коагуляции коллоидного раствора жидкого стекла. К факторам разложения раствора силиката натрия разные источники относят: химическое взаимодействие с различными сопутствующими компонентами кварцевого песка (Fe_2O_3 , CaO , MgO) и воздушной среды (CO_2); повышение температуры смешиваемой композиции; увеличение вязкости жидкого стекла за счет испарения влаги при смешивании, транспортировке и хранения; механическое воздействие катков и ножей бегунов на коллоидную устойчивость связующего материала. Кроме того, к причинам, вызывающим возможность коагуляции связующих, также относят главный компонент смесей – кварцевый песок как кислый оксид – ангидрид кремневой кислоты H_2SiO_3 . Хотя двуокись кремния в воде не растворяется и в реакцию соединения с ней не вступает, тем не менее молекулы SiO_2 , находящиеся на поверхности песчаных частиц, взаимодействуют с водой, гидратируются и образуют кремнекислоту, уже способную ионизироваться по уравнению



При этом силикатные ионы SiO_3^{2-} остаются на поверхности песка, обуславливая ее отрицательный заряд, а ионы водорода находятся в растворе, т.е. весь комплекс в целом является электронейтральным. Потенциал, определяющий ионы (SiO_3^{2-}), нейтрализуется противоположными ионами (H^+).

Обычно жидкостекольные смеси, применяемые для изготовления форм и стержней стального литья, состоят из трех компонентов: кварцевого песка, огнеупорной глины и жидкого стекла. Для определенного вида отливок и соответствующего им технологического процесса подбирали соотношение компонентов в смесях. При опытном подборе смеси и

отношение компонентов в смесях. При опытном подборе смеси и анализе брака отливок по конкретным составам устанавливали определенные количественные соотношения между физико-механическими свойствами этих смесей. Так, для процесса получения мелких отливок в жидкостекольных формах, отвержденных углекислым газом, такие требования в основном установлены к двум показателям смеси: прочности во влажном ($\sigma_{см} > 0,12 \text{ кг/см}^2$) и отвержденном ($\sigma_{рвз} > 20 \text{ кг/см}^2$) состоянии. Эти соотношения зафиксированы в технологических инструкциях на смесь.

Отклонения от установленных физико-механических свойств смеси рассматриваются как потенциальные причины появления брака отливок по ужиминам и засорам. Однако специалисты, фиксируя в технологических инструкциях критерии жидкостекольной смеси, не смогли сформулировать требования, которые должны быть предъявлены к этим критериям в отношении необходимой точности определения или поддержания того или иного параметра.

Нижний предел допуска на разрывную прочность в 20 кг/см^2 жидкостекольной смеси при ее приготовлении гарантирует относительный уровень качества отливок. Требования к прочности жидкостекольной композиции были экспериментально подтверждены при получении функциональной зависимости между физико-механическими свойствами смеси и уровнем дефектности отливок по ужиминам и засорам.

Стабильность жидкостекольной смеси по прочностным свойствам определяли на пробах, взятых из накопительных бункеров у встряхивающих машин на участке 3 цеха № 41 ОАО «Уралмаш». Пробы отбирали в течение недели два раза в день. Прочностные параметры в отвержденном состоянии имеют колебания до 24 кг/см^2 при допуске $\pm 5 \text{ кг/см}^2$ от требуемой прочности 25 кг/см^2 . Особенно следует отметить низкую прочность смесей в отвержденном состоянии, находившихся в бункерах в течение суток и более. К причинам большого колебания качества жидкостекольной смеси, потребляемой для технологического процесса изготовления форм с отверждением CO_2 , можно отнести следующие:

- смесь изготавливается одновременно двумя бегунами с разной степенью настройки дозирования компонентов (отличие было зафиксировано по разрывной прочности до 14 кг/см^2);
- различные сроки хранения смеси в бункерах (до 3 сут);
- высокая ошибка контроля (до 4 кг/см^2);

• короткий цикл смешивания сухих компонентов с жидкими (до 2 мин).

Таким образом, состав смеси, точное дозирование компонентов, точность контроля и время хранения готовой смеси до использования в производстве являются основными факторами, обуславливающими качество отливок, получаемых в формах из жидкостекольных смесей.

**Т.А. Белозерова, М.А. Филиппов,
Г.Н. Плотников, В.В. Кошелев,
Н.Ш. Шадров, Н.И. Красильникова,
О.А. Новикова**

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ МАРГАНЦЕВЫХ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕИМУЩЕСТВЕННО АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ

Виды износа весьма многообразны, и ни одна из сталей с высоким сопротивлением износу не может быть стойкой при всех видах изнашивания. При износе, сопровождающемся давлением и трением, используют стали с высоким содержанием углерода, в условиях, когда отсутствуют ударные нагрузки, – белые износостойкие чугуны.

В качестве износостойких высокоуглеродистых сталей, работающих в условиях преимущественно абразивного изнашивания с приложением ударных нагрузок пониженной интенсивности, целесообразно применять метастабильные аустенитные стали (МАС). В ходе рабочего нагружения МАС испытывают деформационное мартенситное превращение. Эффект упрочнения МАС в процессе пластической деформации в интервале температур M_n – M_d (M_n – температура начала мартенситного превращения, M_d – температура деформации) определяется следующими факторами:

- 1) деформационным упрочнением аустенита;
- 2) количеством, прочностью и распределением образующихся при деформации α - и ϵ -мартенситных фаз;
- 3) наклепом кристаллов мартенсита деформации [1].