

ИСМАИЛОВ

Низми Шайы оглы

кандидат технических наук
доцент кафедры «Литейное
и сварочное производство»
(Азербайджанский
технический университет)

УДК 621.742.4

Регулирование физико-механических и технологических свойств формовочных смесей

Н.Ш. Исмаилов

Рассмотрены методы и средства, позволяющие эффективно регулировать противоположные свойства песчано-бентонитовых смесей на базе кварцевых песков и бентонитов Азербайджана. Установлено, что для этой цели может быть применен широкий спектр различных отходов промышленности. Усовершенствована система автоматической стабилизации качества путем управления формуемостью и сырой прочностью единой смеси в серийном производстве чугунных отливок.

Ключевые слова: методы, регулирование, физико-механические, технологические свойства, формовочные смеси.

Methods means and the special additives allowing effectively to adjust some technological property sand-bentonites of mixes on the basis of quartz sand and bentonites of Azerbaijan are considered. It is established, that for this purpose can be applied a wide spectrum of various waste products of the industry. Made system of automatic stabilization of quality, management formatting and crude durability of a uniform mix in a batch production pig-iron casting.

Keywords: methods, means, regulation, physicomachanical, technological properties, forming mixes.

Физико-механические и технологические свойства формовочных смесей играют важную роль в обеспечении качества отливок. Поэтому в зависимости от назначения смеси регулируются специальными добавками [1]. Например, для получения чугунных отливок с чистой поверхностью в состав смеси вводятся различные противопригарные добавки, наиболее распространенной из которых является каменноугольная пыль. Установлено, что с помощью добавок каменноугольной пыли предотвращается пригар на отливках массой до 80–100 кг при толщине их стенок 10–20 мм [2].

На отливках среднего развеса и толщины эффективность применения каменноугольной пыли снижается, а расход ее увеличивается, что приводит к ухудшению технологических свойств смеси, загрязнению атмосферы литейного цеха и окружающей среды [3]. Поэтому поиск доступных формовочных материалов и усовершенствование технологии приготовления смесей с целью регулирования их физико-механических и технологических свойств имеют важное практическое значение.

С целью снижения пылевыведения и уменьшения неблагоприятного влияния на свойства единых смесей для чугунных отливок среднего

развеса на судоремонтном заводе (г. Баку) взамен каменноугольной пыли нами были использованы глиноугольные суспензии на основе местного Беглярского бентонита. Для поддержания вязкости суспензии на определенном уровне вводили понизитель вязкости ПУР (полифенол + угольный реагент) в количестве 0,1–0,5% [4].

Для серийных чугунных отливок электротехнического назначения массой до 100 кг в условиях ОАО «Электроцентролит» (г. Баку) применяли продукт деароматизации нефти, имеющий выход пироуглерода 40%; испытаны сажесмоляная пульпа — отход химического производства при получении ацетилен и этилена, а также бентонит контактной очистки — отход нефтеперерабатывающего производства [5]. Оказалось, что их расход в смесях 1,5–2 раза меньше, чем расход каменного угля, а противопопригарное действие эффективнее. Установлено, что эффективное противопопригарное действие оказывают добавки в единые песчано-бентонитовые смеси (ПБС) около 1,0% водного раствора хлорида кальция. Так, добавки хлорида кальция в ПБС, содержащие до 70% оборотной массы, позволили значительно снизить пригар на отливках из стали 25Л массой до 150 кг [6].

В связи с дефицитностью крахмалита использовали его заменитель — экструзионный крахмалореагент (ЭКР) — отход переработки кукурузы; при этом расход ЭКР в зависимости от массы отливок составлял 0,15–0,5%. Аналогичными свойствами обладает агримус — отход гидролиза кукурузной кочерыжки — в присутствии 0,5–1% суперфосфата. Выявлено, что применение ЭКР или агримуса в 2–3 раза снижает деформационные свойства смеси в зоне конденсации влаги и тем самым уменьшает вероятность возникновения пригара, ужимин и других поверхностных дефектов отливок судоремонта [7].

Таким образом, для регулирования некоторых эксплуатационных, особенно противопопригарных, свойств ПБС на основе местных песков и бентонитов в качестве специальных добавок можно использовать широкий спектр отходов различных отраслей промышленности

республики. Однако регулирования технологических свойств смесей можно также добиться изменением содержания влаги и продолжительности перемешивания составляющих. Экспериментально доказано, что для ПБС характерно наличие оптимальной влажности $W_{\text{опт}}$, при которой обеспечивается наилучшее сочетание их физико-механических и технологических свойств [4, 5].

Нами установлены зависимости прочности в сыром состоянии от влажности ПБС, содержащих 5% различных видов глин (рис. 1). Как видно, на всех кривых наблюдается максимум прочности при различной влажности, однако при этом смеси имеют низкую газопроницаемость и повышенную осыпаемость. Поэтому за оптимальную принята более высокая влажность (рис. 2, заштрихованная зона), при которой сохраняется наибольшая прочность и газопроницаемость. При такой влажности смесь имеет наилучшую формуемость и текучесть.

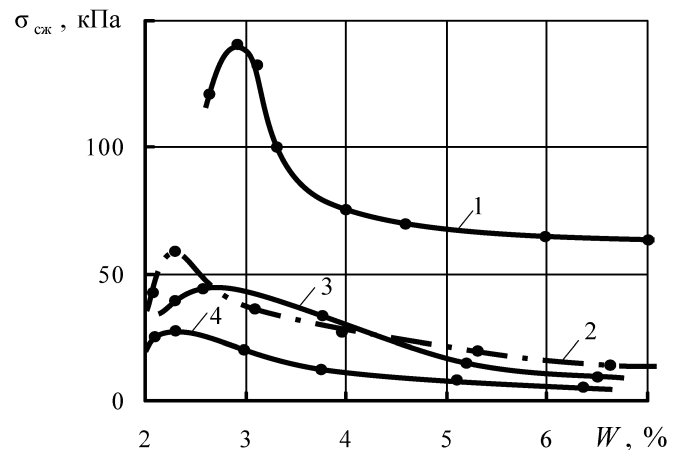


Рис. 1. Влияние влажности на прочность сырых ПБС, содержащих 5% бентонита (1), каолинита (2) и гидрослюда (3, 4)

По нашим данным, для ПБС величина $W_{\text{опт}}$ соответствует ~ 4,2...4,8%.

Следующим фактором, определяющим необходимую влажность смеси, является содержание бентонита. Установлено, что чем больше в смеси содержится бентонита (рис. 3), тем выше ее прочность, но вместе с тем больше и расход воды. Существенное влияние на содержание воды в смесях оказывают различные добавки, а также продукты деструкции составляющих. Известно, что количество образу-

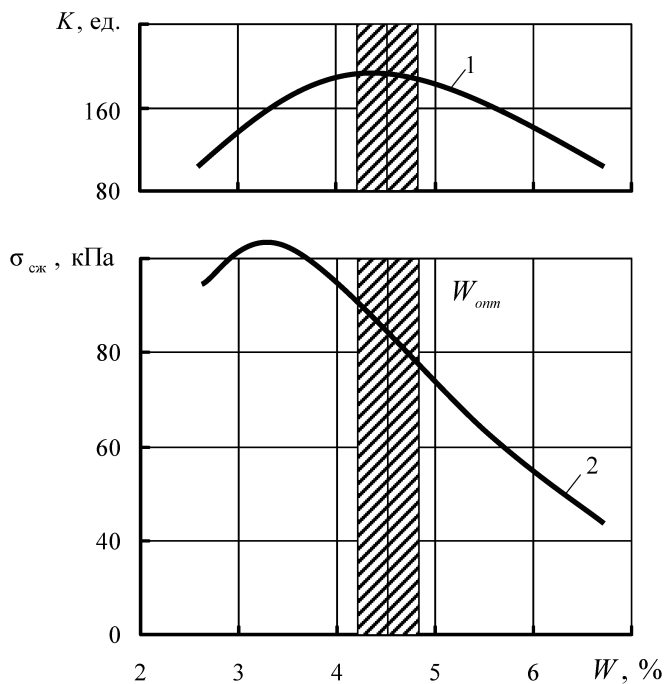


Рис. 2. Влияние влажности на газопроницаемость (1) и прочность (2)

щихся неактивных продуктов и, соответственно, степень освежения смеси зависит от ее термической нагрузки, определяемой соотношением металл/смесь [6].

Нами предложен метод определения степени освежения основных компонентов смеси при различном соотношении металл/смесь с помощью номограмм. Такие номограммы получены для формовочных смесей со стабильной прочностью, величина которой выбирается исходя из производственных требований. На рис. 4 приведена номограмма для ПБС с прочностью во влажном состоянии до 0,2 МПа и насыпной плотностью 800 кг/м³.

Задавшись содержанием неактивной глины, по номограмме можно определить необходимую степень освежения в зависимости от соотношения металл/смесь. Например, требуется приготовить смесь с прочностью 0,2 МПа при насыпной плотности 800 кг/м³ и содержанием мелких частиц 13%. Потери при прокаливании составляют 6%. Тогда в общем содержании мелких фракций органическая часть составит 3%, а остальные 10% приходятся на неорганические частицы. При соотношении металл/смесь, равном 1/6, требуемое освежение по бентониту — 0,48%, по песку — 2,7%. Сте-

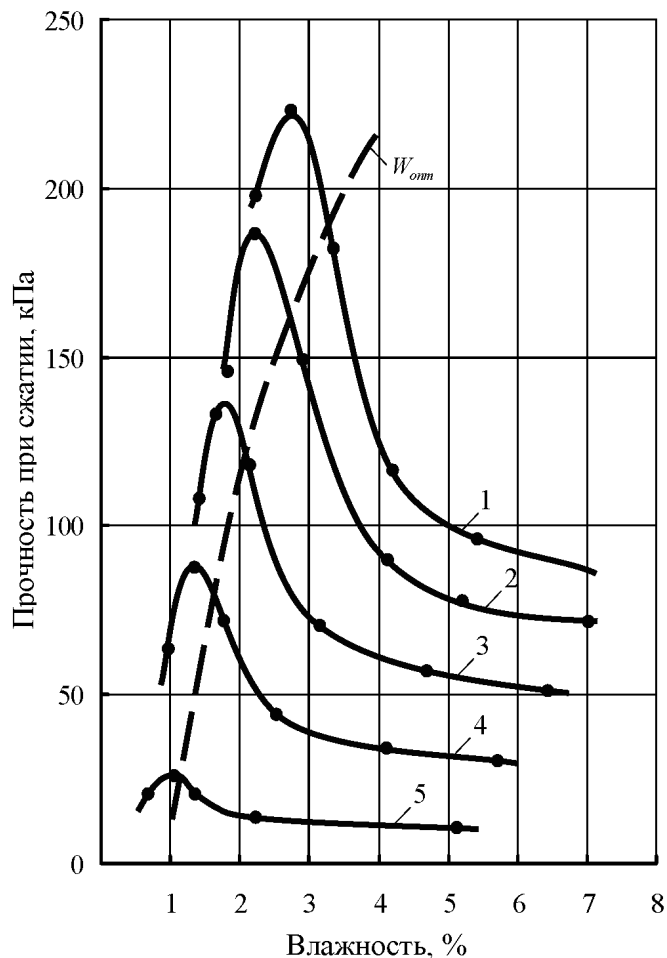


Рис. 3. Зависимость прочности смеси от влажности при содержании бентонита, %:

1 — 10; 2 — 8; 3 — 6; 4 — 4; 5 — 2

пень освежения смеси составит 16 кг/100 кг металла.

Известно, что качество формовочных смесей зависит и от длительности перемешивания. Установлено, что время перемешивания тем продолжительней, чем больше содержание глины в смеси (рис. 5).

Эксперименты показали, что результаты испытаний свойств смесей, приготовленных в лабораторных и производственных условиях, заметно различаются (рис. 6). Более низкие свойства смесей, приготовленных в производственных условиях, указывают на их неполную переработку, что приводит к повышенному расходу воды. Следовательно, качество приготовления смеси можно улучшить дополнительным перемешиванием в бегунах в течение 5 мин с последующим определением влажности и прочности.

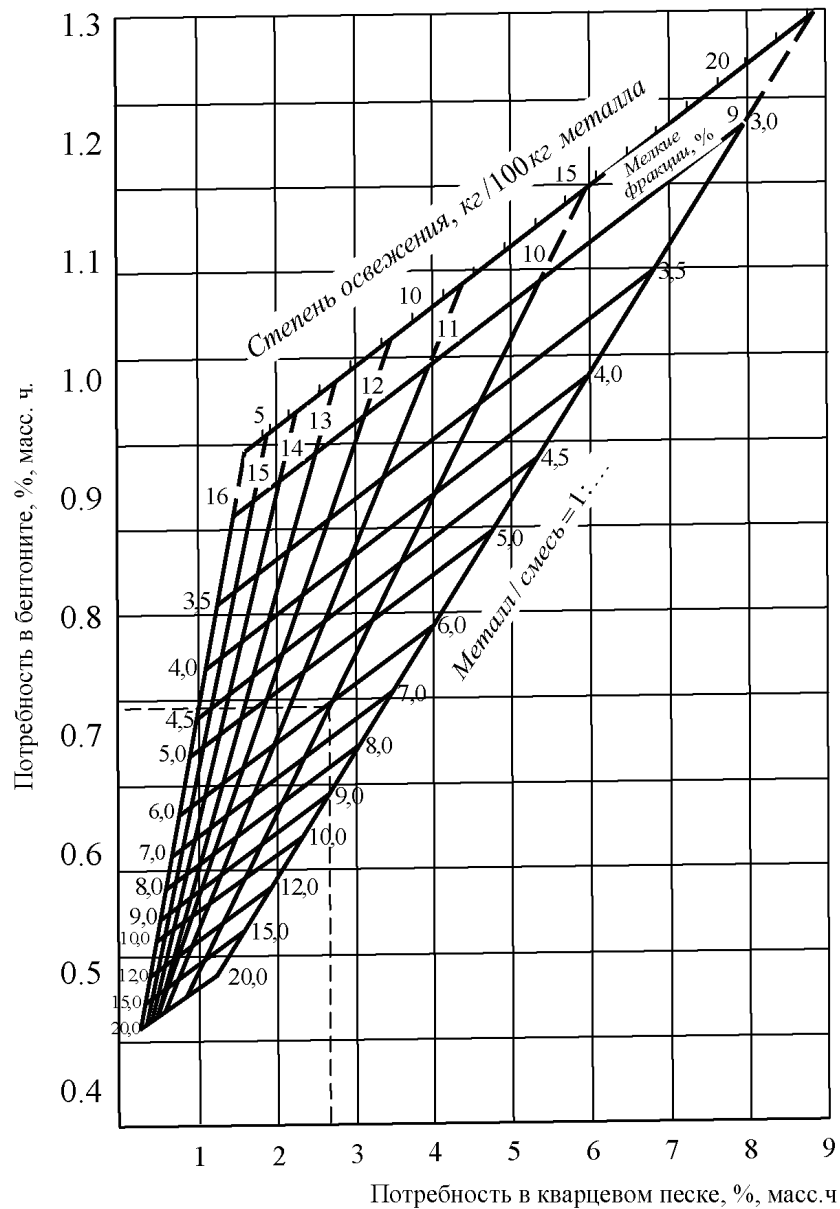


Рис. 4. Номограмма для определения степени освежения ПБС

Оптимальная влажность смеси, определенная по кривым изменения прочности и газопроницаемости (см. рис. 2), лежит в довольно широком интервале значений, что при серийном изготовлении форм недопустимо, поскольку технологические свойства смеси (формуемость, текучесть, уплотняемость и др.), оказывающие решающее влияние на качество форм, очень чувствительны к изменению влажности. Поэтому быстрое и достаточно точное определение интервала влажности, при котором смесь имеет наилучшие технологические свойства, имеет важное практическое значение [1, 2].

В настоящее время для обеспечения формуемости смесей используется система автоматического управления качеством, разработанная фирмой Дитерт [3]. Однако дальнейшее развитие систем стабилизации качества смесей требует регулирования комплекса их физико-механических и технологических свойств, особенно газопроницаемости, прочности, уплотняемости, влажности и температуры.

На рис. 7 приведена схема системы автоматического контроля и стабилизации качества смесей с внесенными нами усовершенствованиями в части управления содержанием бентонита. Положенный в основу работы этой сис-

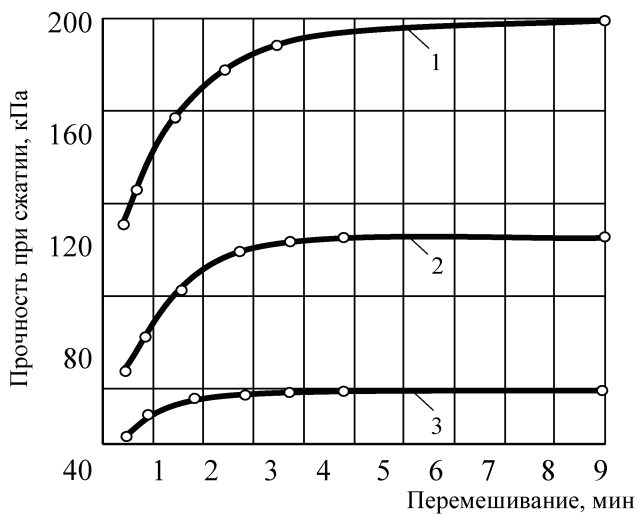


Рис. 5. Влияние длительности перемешивания ППС на ее прочность при содержании бентонита, %:
1 — 10; 2 — 5; 3 — 2,5

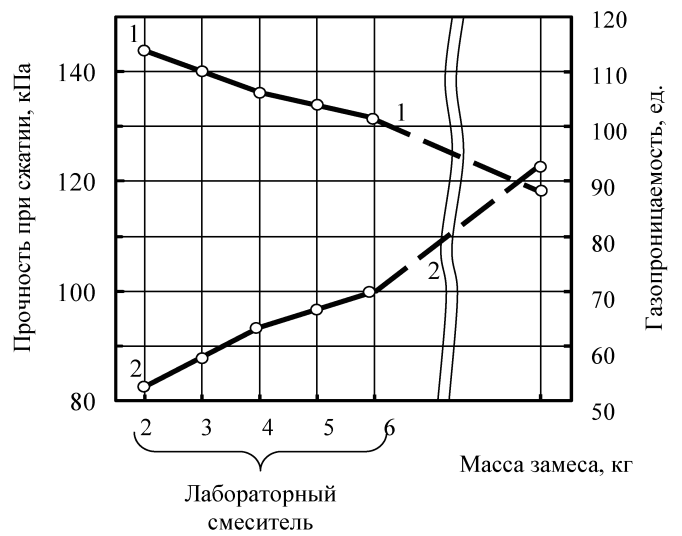


Рис. 6. Влияние массы замеса на прочность (1) и газопроницаемость (2)

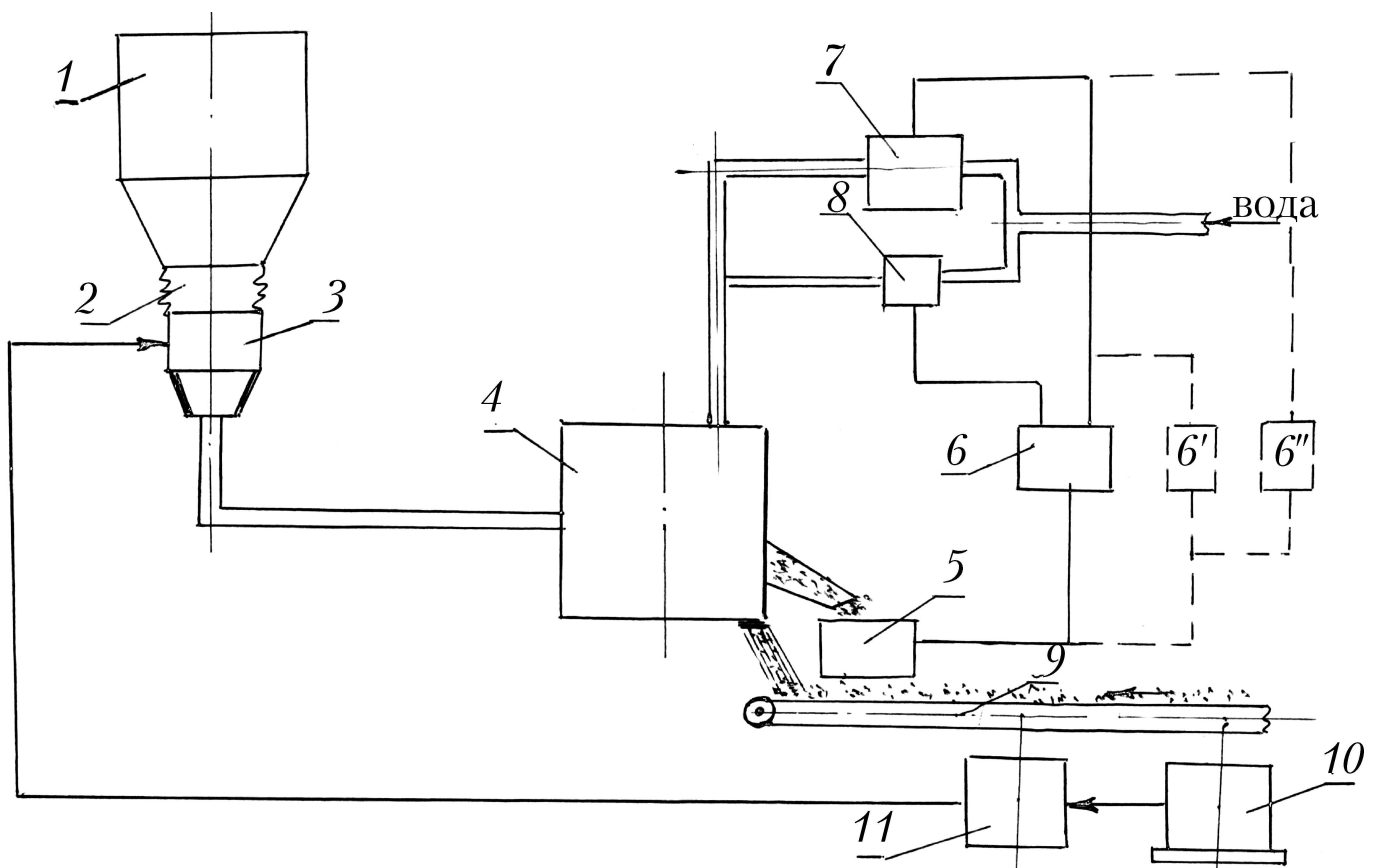


Рис. 7. Усовершенствованная система автоматической стабилизации качества ППС:

1 — бункер; 2 — питатель; 3 — дозатор; 4 — смеситель; 5 — датчик формуемости (анализатор); 6 — регулятор формуемости (6' — грубый, 6'' — точный); 7 — клапан большого расхода воды; 8 — клапан малого расхода воды; 9 — транспортер (конвейер); 10 — прибор измерения и регистрации свойств смеси; 11 — регулятор содержания связующего

темы принцип предполагает, что качество формовочной смеси можно регулировать в основном изменением содержания воды (индекс формуемости) и глины (прочность в сыром состоянии). Измерение газопроницаемости служит для оценки изменения зернового состава, а измерение температуры — для дозирования воды, восполняющей потери на испарение.

Система работает следующим образом: глина из бункера 1 поступает в питатель 2 и далее с помощью дозатора 3 подается в смеситель 4. Проба смеси, отбираемая из смесителя, поступает в датчик — анализатор формуемости. Действие прибора основано на определении количества смеси, просыпающейся через три последовательно расположенные калиброванные щели, выполненные в вибрационном желобе.

По мере повышения связности смесь начинает просыпаться через щели лишь частично, а затем ее прохождение прекращается. Размеры щелей подобраны таким образом, что прохождение через них смеси прекращается поочередно, что используется для получения с помощью фотодатчиков управляющих сигналов для последовательного перекрытия клапанов 7 и 8 подачи воды с большим (грубое регулирование) и малым (точное регулирование) расходом. При достижении заданной формуемости приготовленная смесь разгружается на конвейер 9. Пробы готовой смеси отбираются в автоматический анализатор 10, где производятся измерение и регистрация ее свойств.

С учетом данных о прочности смеси на срез или сжатие регулируется содержание связующего. При этом изменение количества связующего происходит только в том случае, если в трех образцах из пяти названные показатели отличаются от заданных. В этом случае управляющее устройство 11 воздействует на дозатор 3, изменяющий количество глины, подаваемой в смеситель.

Предложенные усовершенствования системы автоматической стабилизации качества

смеси (на рис. 7 обозначены пунктирной линией) заключаются в том, что вместо сложной и громоздкой электромеханической системы воздействия на дозатор предлагается современная электронная система управления исполнительным устройством дозатора.

Следует отметить, что дальнейшее развитие систем автоматического регулирования качества требует создания АСУ технологическим процессом смесеприготовления, в которых использовались бы информация о колебаниях свойств и статистические данные за различные периоды времени работы системы.

Таким образом, регулирование физико-механических и технологических свойств формовочных смесей, главным образом прочности, влажности, газопроницаемости и формуемости, может быть достигнуто в результате совершенствования системы автоматической стабилизации качества и создания АСУ процессом смесеприготовления с внедрением элементов информационных технологий.

Список литературы

1. Берг П.П. Качество литейной формы. М.: Машиностроение, 1971. 286 с.
2. Гуляев Б.Б., Корнюшкин О.А., Кузин А.Б. Формовочные процессы. Л.: Машиностроение, 1987. 264 с.
3. Дорошенко С.П. и др. Формовочные материалы и смеси. Киев: Вища школа, 1990. 415 с.
4. Исмаилов Н.Ш. Исследование возможности использования суспензий местных бентонитов в формовочных смесях // Техника. 2006. № 1. С. 45—49.
5. Исмаилов Н.Ш., Абдуллаев М.М., Гасанли Р.К. Разработка технологических процессов изготовления отливок автомобильных деталей // Материалы МНТК «Проблемы машиностроения XXI века». Баку: Чашыоглы, 2001. С. 85—87.
6. Исмаилов Н.Ш. Пути устранения пригара на стальных отливках в массовом производстве // Техника. 2004. № 4. С. 51—55.
7. Исмаилов Н.Ш. Особенности процессов образования характерных дефектов отливок судоремонта // Научные известия. АГМА. 2007. № 5. С. 32—34.

Статья поступила в редакцию 08.11.2010 г.