

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ
ПЕСЧАНО-СМОЛЯНЫХ СМЕСЕЙ

• В статье рассмотрены приборы, используемые для определения реологических свойств, предложено усовершенствование для возможности определения реологических параметров дисперсных смесей, испытывающих одновременно механические и термические напряжения. Также приведены результаты исследований в области определения реологических функций, характеризующих реологические свойства сжимаемых упругих вязкопластичных сред.

• Мақалада құймалар сапасын арттыру бойынша және ферроқорытпалар шығынын төмендету бойынша пештен тыс легірлеу және тотықсыздандыру кезіндегі жүргізілген зерттеулер нәтижелері қаралған. Пештен тыс легір және сұйық металды тотықсыздандыру тұтынушылардың сапалы өнімін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді және машина жасау экономикасында оң әсерін тигізеді. Мәтінде құю шөмішінің қазіргі кездегі күйі қарастырылған. Жеңіл салмақты пластиналы қосымша арқылы шөміш бетінде шлақты ұстап қалудың тәсілі келтірілген.

• The article concentrates on the instruments used to identify the rheological properties, and offers an improved method to make it possible to identify the rheological parameters of dispersed mixtures exposed to mechanical and thermal loads at the same time. Here you also can find the results of investigations aimed at the determination of rheological functions which characterize the rheological properties of compressible elastic-cum-viscous media.

С продукции литейного цеха начинается производство машин, механизмов, различного оборудования. Очевидно, что качество и стабильность выпуска литой продукции определяет стабильность работы и всего машиностроительного, а также смежных предприятий. Все это в конечном итоге сказывается на жизнедеятельности общества.

Необходимо иметь в виду, что эффективное воздействие на организацию качественной бесперебойной продукции достигается только при правильном выборе технологических процессов, соответствующем техническом оснащении литейных цехов, возможности заранее предусмотреть, как отразятся на литых заготовках те или иные факторы.

Все это можно достигнуть путем использования специальных способов литья.

Применение оболочковых форм ведет к повышению плотности формовочной смеси, прочности, газопроницаемости.

В результате геометрическая и размерная точность отливок возрастает, металлоемкость снижается, расходы металла и себестоимость – уменьшаются.

Расходы на механическую обработку при изготовлении отливок в оболочковые формы снижаются примерно на 25 % и более в связи с исключением сложной обработки внутренних поверхностей; во многих случаях механическая обработка отливок может быть полностью устранена или сведена до минимума, поэтому зачистка отливок упрощается и выполняется быстрее.

Совершенствование литейного производства как основной базы машиностроения предопределяет точность и высокое качество его продукции. Точность и чистота литья во многом зависят от вида литейной формы и способа ее изготовления.

В то же время оболочковые песчано-смоляные формы обладают высокой прочностью и газопроницаемостью, не склонны к впитыванию влаги, осыпавости, сопротивлению усадке застывающего сплава.

Кроме того, они легко разрушаются после образования отливки. Это создает благоприятные условия для получения отливок, обладающих высокой размерной точностью и чистой поверхностью.

В связи с этим исследования, направленные на совершенствование технологических процессов получения прочных и плотных литейных форм, не теряющих при этом других параметров, являются актуальными.

Материалом, из которого изготавливаются оболочковые формы, является смесь сухого кварцевого

песка с термореактивной смолой, например pulver-бакелитом.

Известно, что реология устанавливает взаимосвязь между силами, действующими на тело, и вызванными ими деформациями.

Аксиомой реологии является положение о том, что любой реальный материал обладает комбинацией фундаментальных свойств трех идеальных материалов: упругого, вязкого и пластического.

Песчано-смоляная смесь (ПСС) обладает упруго-вязкопластичными свойствами, то есть является реологическим телом.

В настоящее время существуют различные устройства для определения реологических свойств материалов.

Известно устройство на трехосное сжатие [1], которое состоит из двух подвижных и двух неподвижных стенок. Однако при использовании этого устройства возникают значительные внешние трения стенок.

Другим используемым устройством для определения реологических свойств формовочных смесей является прибор на одноосное сжатие и последующий срез [1]. Однако недостатком прибора является необходимость ступенчатого нагружения образца.

Часто используемым прибором при определении свойств песчано-смоляных смесей является прибор для определения реологических свойств песчано-смоляных смесей, изготовленный на базе прибора [1] на вращение для определения реологических параметров формовочных смесей.

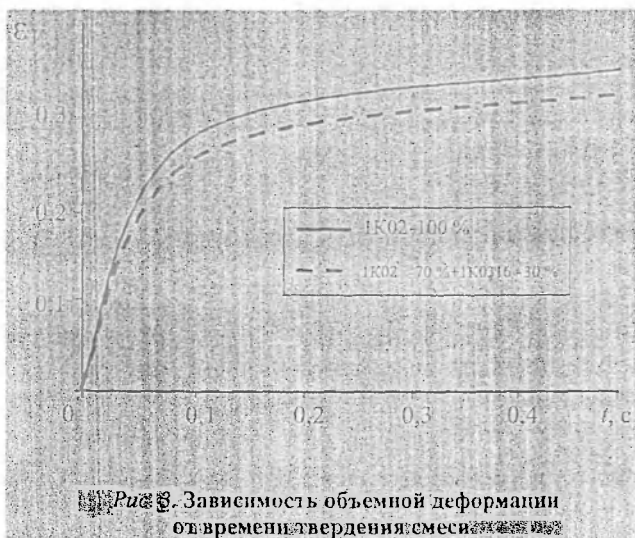
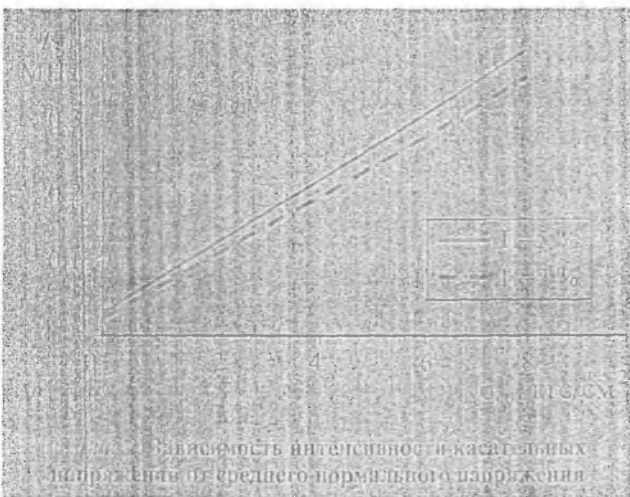
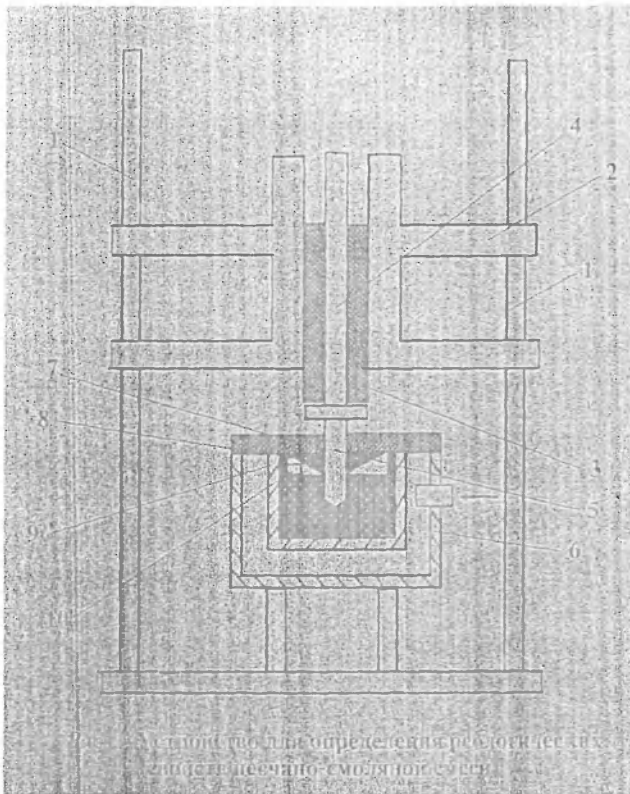
Данный прибор на вращение состоит из двух направляющих колонн, подвижной каретки, внутри которой может вертикально перемещаться труба. Внутри трубы вращается вал с закрепленным внизу лопастным наконечником.

Нижняя часть прибора состоит из цилиндрического корпуса и крышки. Корпус связан с реостатным сопротивлением, с которого сигнал через усилитель подается на осциллограф.

В этом приборе можно использовать как ступенчатое, так и непрерывное нагружение смеси.

Однако недостатком является то, что этот прибор используется лишь для определения реологических свойств песчано-смоляных смесей, то есть напряжение в образце задается только механически (отсутствуют температурные напряжения).

В то же время песчано-смоляные смеси в процессе формообразования подвергаются термическому воздействию, смола плавится, и вязкость смеси, как и



напряжения, меняется. Таким образом, меняется одна из фундаментальных характеристик.

Вместе с тем с целью определения реологических свойств смесей, одновременно подвергающихся механическим и термическим нагрузкам, в верхнюю часть устройства, состоящую из цилиндрического корпуса и крышки, монтируется электроннагреваемая пластина и резиновая оболочка.

Вследствие этого появляется возможность определения реологических свойств дисперсных материалов, в том числе песчано-смоляных, испытывающих не только механические, но и термические нагрузки.

Устройство (рис. 1) состоит из двух направляющих колонн 1, подвижной каретки 2, внутри которой перемещается цилиндр 3.

Внутри цилиндра вращается вал 4, на котором закреплен стержень 5. Нижняя часть прибора состоит из цилиндрического корпуса 6, крышки 7, на которой монтируется электроннагреваемая пластина 8 для нагрева ПСС и изменения ее вязкости и резиновой оболочки 9.

Корпус связан с реостатным сопротивлением, с которого сигнал передается на осциллограф.

Смесь засыпается в камеру, состоящую из каркаса и резиновой оболочки 9, и устанавливается в корпус 6. Затем закрывается крышка 5, каретка 2 опускается и стержень входит в смесь.

В корпус 6 по пневмопроводу подается сжатый воздух. Температура нагрева смеси регистрируется с помощью датчика 10. Частота вращения вала изменяется путем перестановки ремня на шкивах каретки и электродвигателя.

Таким образом, использование подобного устройства для определения реологических свойств песчано-смоляных смесей позволит испытывать материалы, подвергающиеся одновременно механической и термической нагрузкам; обеспечит всестороннее сжатие смеси и одностороннее термическое воздействие.

К основным функциям, которые характеризуют реологические свойства сжимаемых упругих вязкопластичных сред и входят в систему уравнений, описывающих напряженно-деформационное состояние, относятся зависимости [2-4]:

– модуля пластичности λ от плотности смеси δ ; модуля пластичности λ от среднего нормального напряжения σ_{cp} ; интенсивности касательных напряжений T от интенсивности деформаций Γ ,

где $T = f(\Gamma)$:

$$T = \sqrt{1/6 [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}; \quad (1)$$

$$\Gamma = \sqrt{2/3 [(\epsilon_1 - \epsilon_2)^2 + (\epsilon_2 - \epsilon_3)^2 + (\epsilon_3 - \epsilon_1)^2]}; \quad (2)$$

где $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – компоненты тензора напряжений; $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$ – компоненты тензора скоростей деформации;

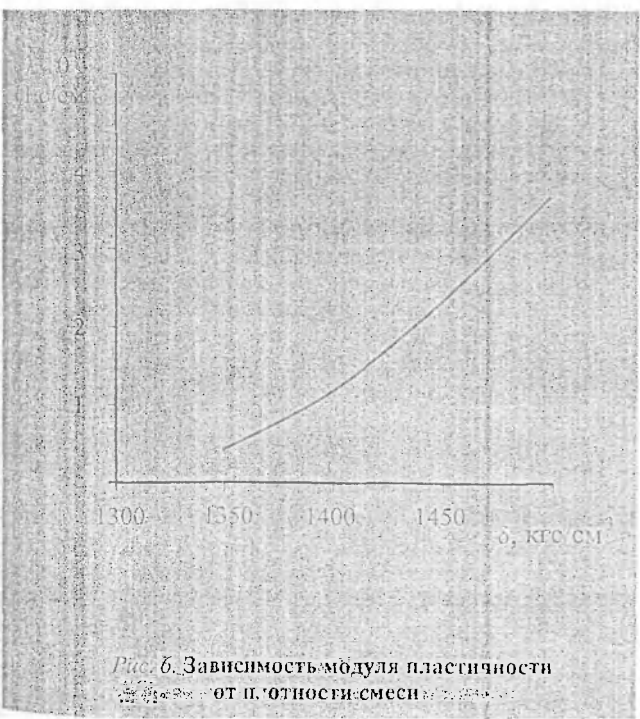
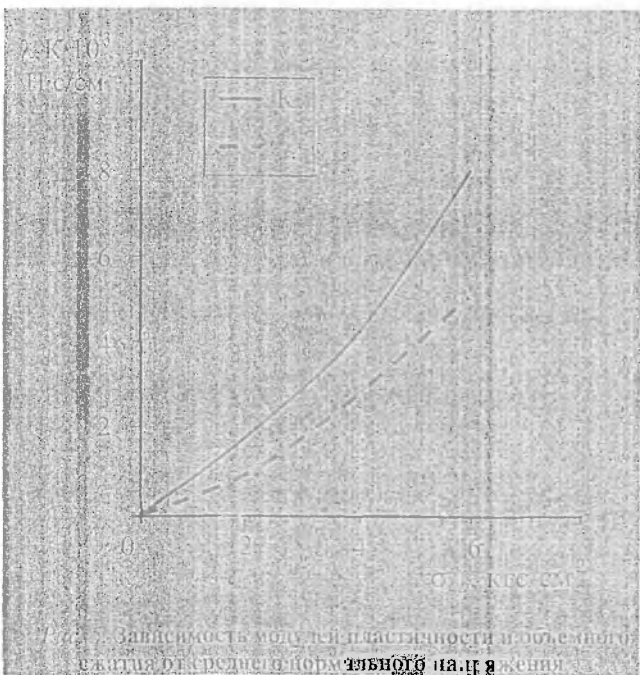
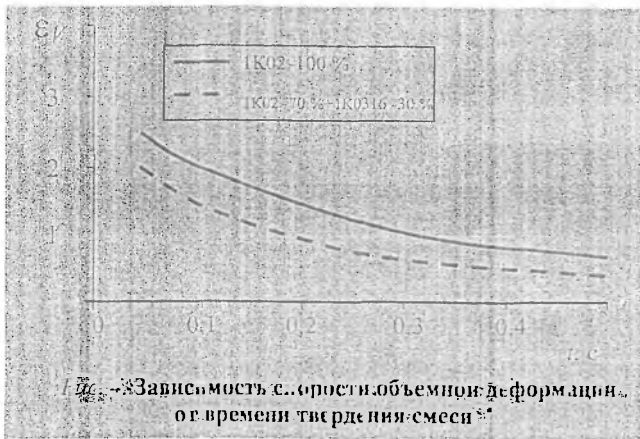
– среднего нормального напряжения от средней скорости деформации:

$$\sigma_{cp} = f(\epsilon); \quad (3)$$

$$\epsilon = 1/3(\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3); \quad (4)$$

$$\sigma_{cp} = 1/3(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3); \quad (5)$$

$$\lambda = 2T/\Gamma. \quad (6)$$



Эти зависимости определяются из экспериментов на трехосное сжатие.

В ходе экспериментов установлено, что при постоянном среднем нормальном напряжении интенсивность T роста касательных напряжений в смеси уменьшается по мере увеличения скорости их нагружения.

Аналогичная зависимость существует и для зависимости T от среднего нормального напряжения σ_{cp} . Определено, что, чем больше σ_{cp} , тем больше T (рис. 2). Исследования проводились со смесями, содержащими 5 % (сплошная линия) и 7 % (пунктирная линия) pulverбакелита (П).

При $\sigma = 0$ определяется напряжение чистого сдвига, или коэффициент сцепления. При использовании смесей с большим количеством связующего понижается интенсивность касательных напряжений. Это происходит из-за того, что такие смеси имеют меньшую динамическую вязкость.

Значительный рост скорости объемной деформации ϵ_v (рис. 3) в первоначальный момент происходит вследствие того, что воздух внутри пор песчано-смоляной смеси играет роль смазки.

В этой и последующей серии экспериментов использовались смеси с песком разных фракций:

- смесь № 1 - 100 % песка марки 1K02 (сплошная линия);
- смесь № 2 готовилась из песка разных фракций - 70 % песка марки 1K02 и 30 % песка марки 1K02 (пунктирная линия).

В результате экспериментов определено, что с увеличением времени твердения смеси скорость объемной деформации снижается (рис. 4).

Смесь на основе песков разной фракции более прочная и имеет меньшую объемную деформацию и скорость объемной деформации.

На рисунке 5 представлены зависимости, характеризующие изменение модуля пластичности λ и модуля объемного сжатия K песчано-смоляной смеси от среднего нормального напряжения σ_{cp} . Определено, что с увеличением σ_{cp} (и плотности смеси) модули смеси интенсивно повышаются.

Испытания по определению зависимости модуля пластичности от плотности смеси показали, что с увеличением плотности значение модуля пластичности резко возрастает (рис. 6).

Значения компонентов напряжений в направлении главных осей $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ и деформации $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3$, а также скорости деформаций $\dot{\epsilon}_1, \dot{\epsilon}_2, \dot{\epsilon}_3$ получали из осциллограмм.

Таким образом, усовершенствован прибор для определения реологических параметров дисперсных смесей, испытывающих одновременно механические и термические напряжения.

Литература

1. Матвееко И. В., Исагулов А. З., Дайкер А. А. Динамические и импульсные процессы и машины для уплотнения литейных форм. Алматы: Гылым, 1998. С. 47
2. Матвееко И. В., Исагулов А. З., Юсуфович А. Б. Реологические исследования формовочных смесей // Автомобильная промышленность. 1998. № 10. С. 28-30
3. Исагулов А. З. Исследование импульсного метода уплотнения формовочных смесей // Известия вузов. Черная металлургия. 1988. № 2. С. 104-107
4. Матвееко И. В., Шеклеин Н. С., Куземаев С. Б. Реологические и математические основы динамических и импульсных методов уплотнения. Учебное пособие. М.: Завод-ВТУЗ, 1986. С. 98