

**ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЯЗКОСТИ  
РАСПЛАВЛЕННЫХ ШЛАКОВ**

И. К. ЛЕБЕДЕВ, Е. А. КОНЬКОВ

Одной из важнейших физических характеристик минеральной части твердого топлива при проектировании и эксплуатации топков с жидким шлакоудалением является вязкость расплавленных шлаков при температурах, которые имеют место в нижней части топки (шлаковая ванна). Измерению этой величины главным образом для металлургических шлаков и конструированию прибора для этой цели посвящен ряд работ [1, 2, 3]. Отдельными лабораториями и исследователями сконструированы различного вида приборы, предназначенные для измерения вязкости тех или иных веществ. Нами был сконструирован вискозиметр, основанный на измерении неэлектрических величин электрическим методом. Такой прибор был применен Цылевым и Жило [1] для измерения вязкости металлургических шлаков, а Галилеевой [2] был применен для измерения вязкости топочных шлаков. После анализа описаний этих приборов в нашей лаборатории был сконструирован прибор в следующем виде.

Вискозиметр состоит из мотора постоянного тока мощностью 45 *ватт* с молибденовым штоком  $\varnothing 4$  мм, жестко соединенным с валом мотора. Эластичное соединение штока с мотором, применяемое и в приборе Цылева и в приборе Галилеевой, нами не применялось, так как оно ведет к неоправданному усложнению конструкции и к излишним потерям на трение в дополнительных подшипниках, что сказывается на точности измерения вязкости.

На своем свободном конце шток имеет цилиндрическую головку  $\varnothing 7$  мм и высотой 11 мм, опускаемую при измерении вязкости в расплав шлака. Мотор имеет независимое питание якоря и цепи возбуждения. Напряжение обмотки цепи возбуждения было принято по заводским данным для этого мотора, а напряжение питания цепи якоря было подобрано по условиям получения нужной скорости вращения штока. По данным Галилеевой [2], для получения нужной точности измерения вязкости необходима такая окружная скорость штока, при которой не происходил бы отрыв шлака от поверхности головки штока. Для головки штока принятых размеров предельное число оборотов составляет  $\approx 3000$  об/м. Нами было принято число оборотов около 2500 об/м. Молибденовый шток изготавливается из обычной молибденовой проволоки  $\varnothing 4$  мм с посаженной на один конец головкой. Так как шток при принятом числе оборотов работает в режиме гибкого вала, исключается необходимость его точного изготовления.

Конструктивная схема вискозиметра представлена на рис. 1. Она представляет собой следующее устройство. На вертикальной штанге 5 находится цилиндрическая муфта 4 с двумя стопорами, могущая плавно перемещаться по штанге вверх и вниз. К муфте присоединен горизонтальный кронштейн 3, на конце которого находится площадка для мотора 2, представляющая собой в нижней ее части водоохлаждаемый экран 1. Нагревателем служит криптоловая печь 6.

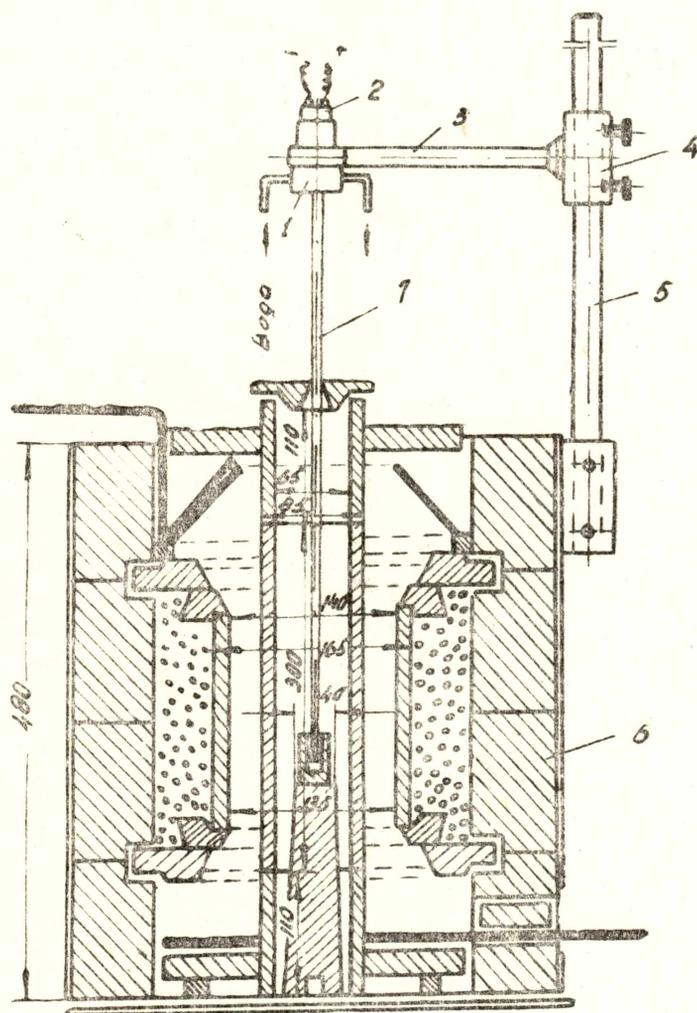


Рис. 1. Конструктивная схема вискозиметра. 1 — водоохлаждаемый экран; 2 — мотор постоянного тока; 3 — кронштейн; 4 — цилиндрическая муфта; 5 — штанги; 6 — криптоловая печь; 7 — шток вискозиметра.

Измерение величины силы тока в якоре мотора как функции от тормозящего момента на штоке, создаваемого шлаком различной вязкости при различных температурах, осуществляется с помощью неравновесного моста, показанного на электрической схеме установки, включающей и измерительную часть (рис. 2), одним плечом которого является якорь мотора ( $R_{я}$ ).

Питание прибора осуществляется от аккумуляторной батареи (Б). Измерение тока в нулевом плече моста производилось гальванометром  $\Gamma_2$ ; нульгальванометр НГ служит для установки прибора на нуль.

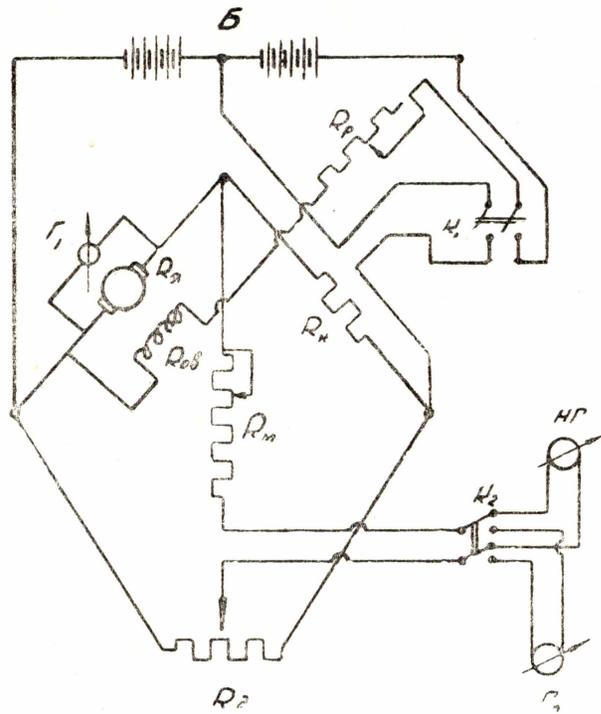


Рис. 2. Электрическая и измерительная схема установки.  $R_M$  — якорь мотора;  $R_{OB}$  — обмотка возбуждения мотора;  $R_M$  — сопротивление для измерения чувствительности прибора;  $R_K$  и  $R_D$  — постоянное сопротивление моста;  $R_p$  — регулировочный реостат;  $\Gamma_1, \Gamma_2$  гальванометры;  $НГ$  — нуль-гальванометр;  $K_1$  — рубильник;  $K_2$  — переключатель.

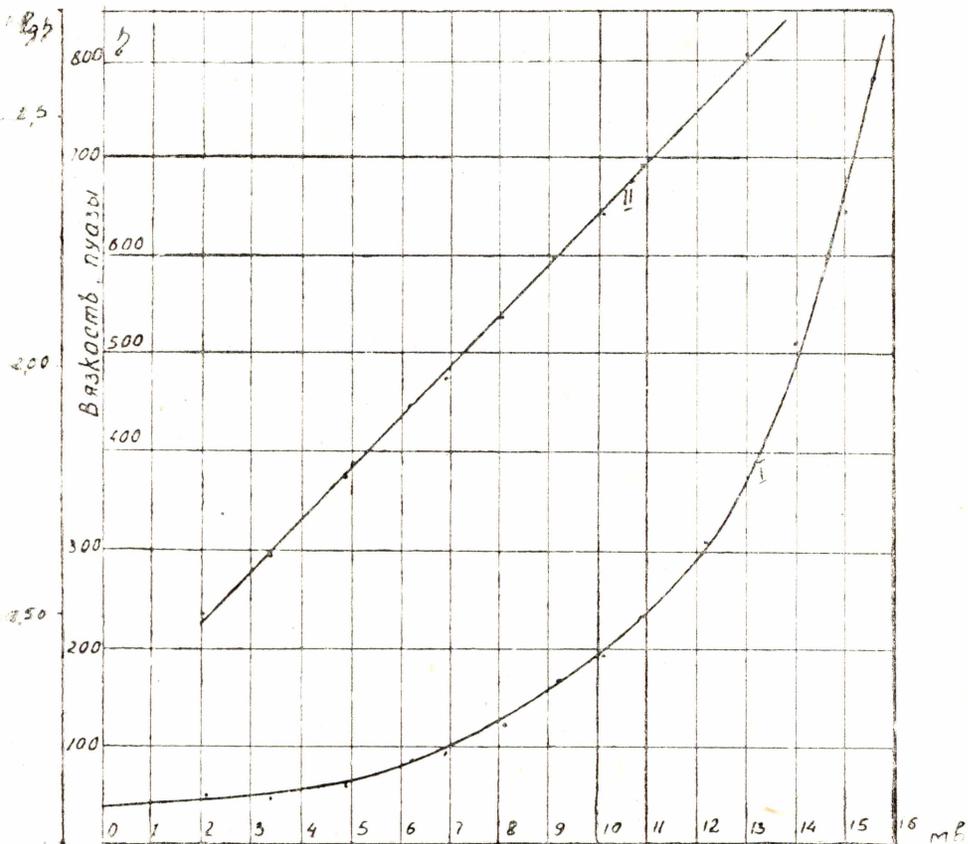


Рис. 3. Тарировочные кривые вискозиметра. I — в обычных координатах; II — в полулогарифмических координатах.

Тарировка прибора выполнялась по вязкости расплава борного ангидрида, для которого имеется зависимость вязкости от температуры [4]. Тарировочная кривая установки показана на рис. 3, из которой виден ее логарифмический характер.

Принятая измерительная схема позволяет изменять чувствительность прибора с помощью изменения сопротивления  $R_m$ , что очень важно при измерении в области высоких значений вязкости, когда кривая имеет очень крутой подъем.

При уменьшении значения  $R_m$  при измерениях в этой области вязкостей можно „растянуть“ тарировочную кривую по оси  $mv$ , уменьшив тем самым цену деления показывающего гальванометра и увеличив чувствительность прибора.

С помощью данного прибора были выполнены измерения вязкости топочных шлаков топлива, сжигаемого в топках с жидким шлакоудалением.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. М. Цылев, И. А. Попов. Заводская лаборатория, № 5, 1961.
2. Е. А. Галилеева, А. В. Крылова. Теплоэнергетика, № 11, 1959.
3. Совещание по экспериментальной технике и методам высокотемпературных исследований. Изд. АН СССР, 1944.
4. Совещание по вязкости жидких и коллоидных растворов, ч. II, стр. 253. Изд. АН СССР, 1944.