
ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ, МЕХАНИЗАЦИИ И КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ЛИТЬЯ

УДК 621.6.034:678.178.2

В. И. Белик, Л. К. Шеневидько

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ МЫШИ В КАЧЕСТВЕ ДАТЧИКА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Предложена методика измерения вязкости жидкой среды с использованием оптической мыши в качестве датчика перемещения.

Ключевые слова: оптическая мышь, датчик перемещения, вязкость, жидкая среда.

Запропонована методика виміру в'язкості рідкого середовища з використанням оптичної миші в якості датчика переміщення.

Ключові слова: оптична миша, датчик переміщення, в'язкість, рідке середовище.

Method of measuring of viscosity of liquid medium with use of optical mouse as a sensor of moving is suggested.

Keywords: optical mouse, sensor of moving, viscosity, liquid medium.

При проведении ряда исследований, в частности, реологических, изучении кинетики образования зазора между отливкой и формой, определении коэффициента линейной усадки сплавов измеряемым параметром является величина или скорость перемещения. Разумеется, существует специализированное приборное обеспечение, однако стоимость специального серийно выпускаемого оборудования, достигающая нескольких тысяч евро, слишком большая при современных объемах финансирования исследований. В связи с этим вызывает интерес описанная в Интернете возможность использования дополнительных функциональных возможностей такого широко известного компьютерного оборудования, как оптическая мышь. Преимуществом этого устройства является не только его относительно низкая стоимость, но и возможность бесконтактного измерения, устраняющая помехи и ошибки, вызываемые трением, что особенно важно в случае, когда нагрузка, вызывающая перемещение, незначительная.

Для записи перемещения с помощью компьютерной мыши была разработана программа, позволяющая определять и записывать положение курсора на экране монитора в координатах X и Y .

Начальным координатам соответствует положение курсора в момент начала работы программы. При изменении положения курсора (для чего необходимо компьютерную мышь сдвинуть относительно поверхности, на которой она стоит, или перемещать подложку при фиксированном положении мыши) производится запись его координат. По разности координат начального и конечного положений курсора определяется величина относительного перемещения мыши и подложки, соответствующее количеству пикселей, на которые переместился по экрану курсор.

Этот метод измерения и записи перемещения был использован при отработке методики исследования реологических свойств алюминий-кремниевый сплав в двухфазном состоянии по варианту известного метода П. А. Ребиндера, состоящего в регистрации перемещения тонкой рифленой пластины, вытягиваемой под действием заданной нагрузки из исследуемого материала, помещенного в тигель с рифлеными стенками. Для создания заданной нагрузки (также как и в известных вариантах [1-3] методики) использовали конструкцию рычажных весов.

Перемещение пластины под действием заданной нагрузки вызывало наклон коромысла весов, к которому была закреплена подложка мыши, и перемещение подложки относительно неподвижно закрепленной мыши.

Поскольку используемая программа позволяла измерять перемещение курсора в границах экрана монитора, то максимальное количество пикселей, которое при этом могло быть зафиксировано, зависит от типа используемого монитора и соответствует их количеству по горизонтали экрана. Существует коэффициент, связывающий линейное перемещение мыши и количество фиксируемых при этом пикселей. Этот коэффициент является свойством данной мыши и может изменяться программно. В нашем случае для повышения точности измерений и с учетом того, что величина максимально возможного перемещения при планировании эксперимента была задана равной 5 мм, пришлось использовать рычаг. Пластину подвешивали на стандартном коротком плече коромысла, плечо, на котором закреплялась подложка мыши, удлинили с помощью алюминиевого профиля.

Частоту замера положения курсора регулировали и установили равной 10-ти замерам в секунду.

Для проведения измерения необходимо определить корреляцию между перемещением пластины (короткое плечо рычага) и числом пикселей, которые соответствуют перемещению подложки, закрепленной на конце длинного плеча рычага, то есть вычислить тарировочный коэффициент.

Перемещение короткого плеча рычага задавалось с точностью до 0,01 мм посредством микрометрического винта от микроскопа марки ТМИ-1.

Для проведения тарировки курсор устанавливали на краю экрана и с помощью микрометрического винта перемещали шток, подвешенный к призме весов на 5 мм, а затем возвращали в исходное положение. Цикл повторяли 4 раза, получив восемь значений количества пикселей, соответствующих перемещению на 5 мм, затем определили среднее количество пикселей, соответствующее перемещению на 1 мм, оно равнялось 213,075. Максимальная величина отклонений от среднего значения составила +1,18, -1,16 %.

На рис. 1 в качестве примера привели реальную кривую, полученную при записи циклических перемещений пластины на 5 мм.

В ходе экспериментов установили, что использованная программа определяет координаты курсора дискретно, изменение координаты фиксируется лишь при относительном перемещении мыши и подложки на расстояние, соответствующее 3-4 пикселям. Таким образом, данная методика позволяет измерять перемещения с точностью

$$1 \text{ мм} / 213,075 \cdot 4 = 0,019 \text{ мм.} \quad (1)$$

Методика была опробована на глицерине, для чего емкость с глицерином установ-

ливали в термостат, в глицерин опускали пластину, подвешенную на одном из рычагов весов, уравнивали, фиксировали это положение с помощью специального приспособления, устанавливали на чашку весов груз, под действием которого пластина вытягивалась из глицерина. Освобождая коромысло от фиксации, производили запись перемещения пластины.

Кинетика перемещения пластины под действием нагрузок 200 и 500 мг представлена на рис. 2. По характеру кривых можно отметить, что чем выше температура глицерина, тем выше скорость вытягивания пластины. Это объясняется снижением вязкости глицерина с ростом его температуры, рис. 3. Чем больше величина нагрузки при равных температурах глицерина, тем выше скорость перемещения пластины, рис. 2.

Следует учитывать, что скорость вытягивания данной конкретной пластины при измерении ее различными методиками зависит не только от вязкости глицерина и величины нагрузки, но и от конструктивных особенностей используемой методики, в частности, от механических свойств весов, например, величины трения в опорной призме весов, величины инерции, которую надо преодолеть в момент начала вытягивания, то есть от массы движущихся частей. Кроме

того, наличие уравнивающего момента весов обуславливает возникновение силы, стремящейся вернуть весы в положение равновесия при наклоне коромысла весов. Сила вызывается горизонтальным смещением центра масс коромысла и стрелки весов, чем больший угол поворота коромысла, тем больше ее величина, то есть тем больше перемещение пластины. Благодаря этой силе величина усилия вытягивания пластины уменьшается по мере подъема пластины, причем, чем больше нагрузка, под действием которой происходит вытягивание, тем меньше сказывается эта сила. Так, изгиб кривых 1-4 на рис. 2 (нагрузка 200 мг) хорошо заметен, а при нагрузке 500 мг (кривые 5-8) – выражен очень слабо.

Поскольку величина перемещения пластины, при которой начинается изменение линейного характера кривых кинетики перемещения пластины, не стабильна и зависит как от вязкости глицерина и величины нагрузки, так и таких невоспроизводимых условий, как изменение силы трения в опорах весов, для решения вопроса

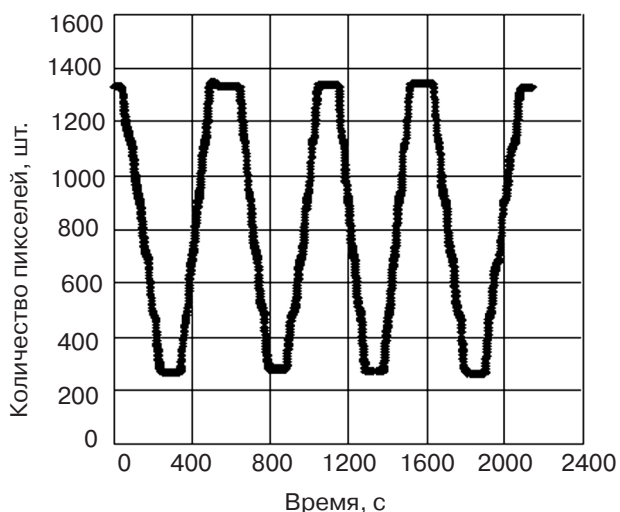


Рис. 1. Кривая, полученная при записи циклических перемещений пластины на 5 мм

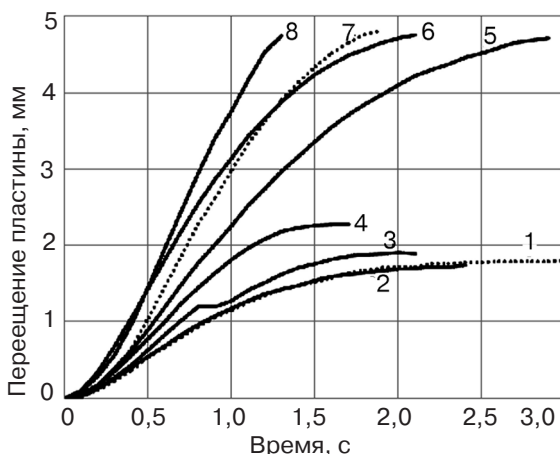


Рис. 2. Кинетика перемещения пластины при ее вытягивании из глицерина под действием нагрузки 200 и 500 мг в зависимости от температуры глицерина; величина нагрузки, мг: 1-4 – 200; 5-8 – 500; температура глицерина, °C: 1, 6 – 17,5; 2, 7 – 19; 3, 8 – 21; 4 – 25; 5 – 13

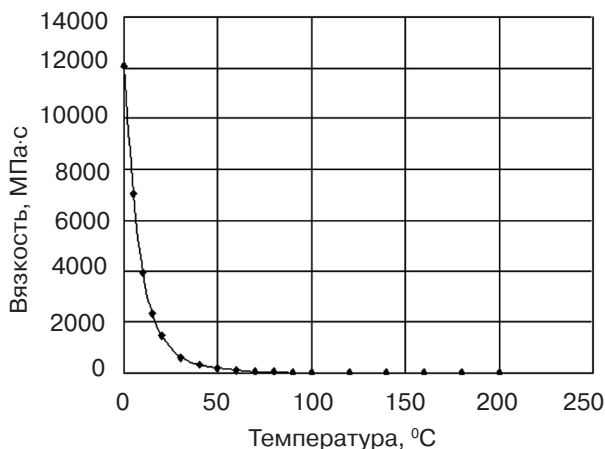


Рис. 3. Зависимость динамического коэффициента вязкости глицерина от температуры

о возможности использования рассматриваемой методики в дальнейших исследованиях была сделана попытка проведения корреляции между скоростью вытягивания пластины и вязкостью глицерина.

Данные по кинетике перемещения вытягиваемой из глицерина пластины при различных температурах глицерина представлены на рис. 4.

Анализируя взаиморасположение кривых, можно отметить, чем выше температура глицерина, тем больше крутизна кривой. В то же время, если ориентироваться по средней и конечной частям кривых, можно заметить и ряд несоответствий: так, например, кривая 2 расположена выше кривой 3, а кривая 1 – выше их обеих, кривая 8 – выше кривой 9, кривая 16 – кривой 17, а обе они очень близко находятся от кривой 18, хотя диапазон температур, в котором сделаны эти эксперименты, достаточно большой – 8,5 °С.

Причина этого – описанное выше отклонение хода кривых от линейной зависимости. Поскольку это явление вызвано конструктивными особенностями весов и практически неустранимо, для анализа зависимости скорости перемещения пластины от вязкости глицерина целесообразно использовать тот участок опытной кривой, где линейная зависимость сохраняется, то есть участок постоянной скорости вытягивания пластины.

Изучение характера кривых, представленных на рис. 4, показало, что начальный

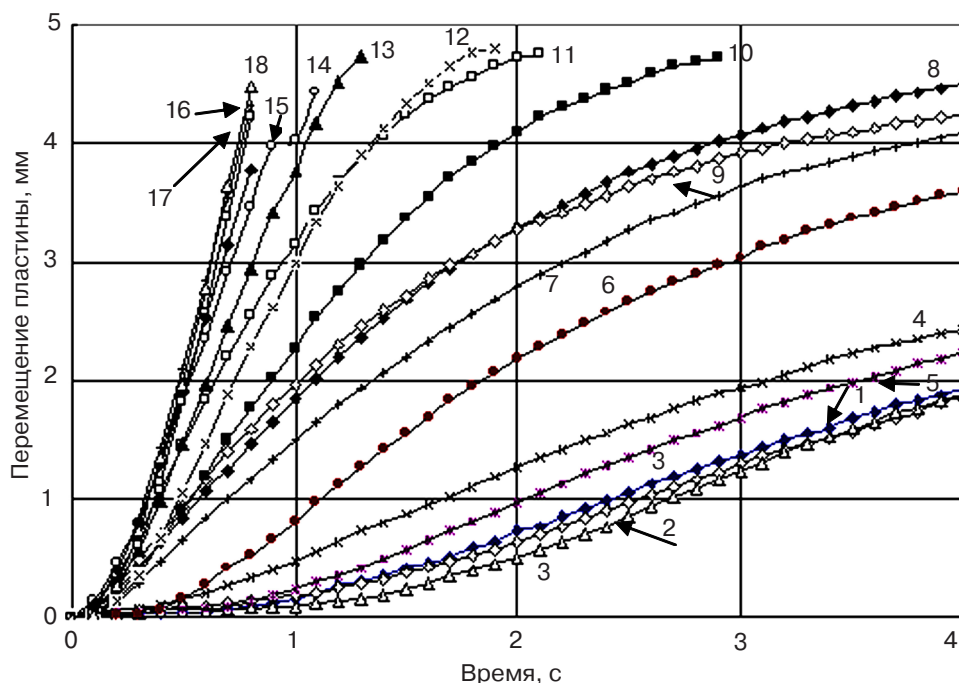


Рис. 4. Кинетика перемещения пластины при вытягивании из глицерина под нагрузкой 500 мг в зависимости от температуры глицерина; температура, °С: 1 – 4; 2 – 5; 3 – 5,5; 4 – 6; 5 – 7; 6 – 8,5; 7 – 9; 8 – 9,9; 9 – 10,3; 10 – 13; 11 – 17,5; 12 – 19; 13 – 21; 14 – 25; 15 – 31,5; 16 – 37; 17 – 40; 18 – 45,5

участок кривых, занимающий время от 0,3 до 1,4 с, представляет собой полого поднимающуюся кривую. На этом участке скорость пластины увеличивается, что связано с преодолением инерции движущихся частей и силы трения пластины при ее движении в глицерине. Чем меньше температура и выше вязкость глицерина, тем длиннее этот участок. За ним следует участок, на котором пластина перемещается практически с постоянной скоростью, его продолжительность составляет 2,3 с при температуре глицерина 4 °С и уменьшается до 0,3-0,4 с при температуре свыше 40 °С. Это отличие вызвано тем, что скорость перемещения пластины возрастает с ростом температуры глицерина. Меньше требуется времени для достижения такой величины ее перемещения (и, соответственно, углу поворота коромысла весов), при которой уравновешивающий момент весов достигает ощутимой величины. На следующем криволинейном участке кривой скорость перемещения уменьшается, что вызвано снижением величины нагрузки в результате роста уравновешивающего момента весов.

Таким образом, для дальнейшего анализа можно использовать именно прямолинейный участок кривых, на котором уже преодолены силы инерции движущихся частей, а величина уравновешивающего момента весов еще незначительная. Тангенс угла наклона прямолинейного участка кривой соответствует скорости перемещения пластины. Как видно из рис. 5, зависимость между скоростью перемещения пластины и температурой глицерина носит линейный характер. Степень достоверности аппроксимации – 0,9907, что говорит о хорошей воспроизводимости результатов.

Скорость перемещения пластины увеличивается с ростом температуры. Таким образом, отмеченные выше несоответствия в расположении кривых 2, 3, 8, 9, 16, 17 (см. рис. 4) устранены, а разница в скоростях пластины при температуре 37,0-45,5 °С (в отличие от расположения кривых) весьма существенна.

Полученные данные (рис. 6) можно использовать для определения (с помощью данной методики) вязкости любой жидкой среды, в том числе – расплавов и металлических суспензий, если величина скорости вытягивания пластины из нее будет лежать в диапазоне, соответствующем линейной зависимости, представленной на рис. 5.

Для повышения точности измерений при проведении такого рода исследований целесообразно усилить нагрузку вытягивания с одновременным увеличением поверхности трения (например, заменить пластину шаром), что снизит помехи, вызванные уравновешивающим моментом

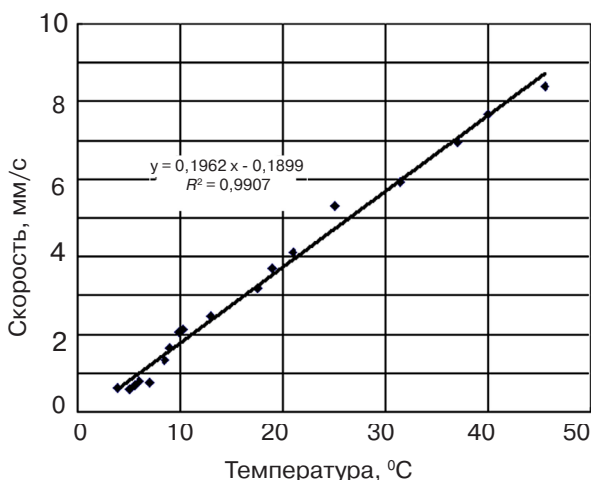


Рис. 5. Зависимость скорости вытягивания пластины из глицерина от его температуры под нагрузкой 500 мг

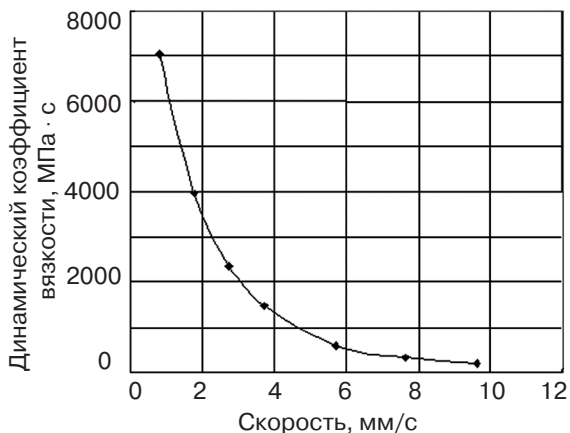


Рис. 6. Зависимость величины динамического коэффициента вязкости жидкой среды от скорости вытягивания пластины под нагрузкой 500 мг

Проблемы автоматизации, механизации и компьютеризации процессов литья

весов. Следует отметить, что использование рычажных весов в качестве устройства, обеспечивающего перемещение под действием заданной величины нагрузки не является оптимальным и их замена более подходящим агрегатом не вызовет особых сложностей при сохранении описанного принципа измерения перемещений.

Таким образом, предложенная методика позволяет с большой точностью и малыми финансовыми затратами производить запись перемещения объекта во времени, осуществляя соответствующие измерения бесконтактно, что, устраняя помехи на трение, повышает достоверность результатов.



Список литературы

1. Баландин Г. Ф, Каширцев Л. П. Исследование структурно-механических свойств алюминиево-кремниевых сплавов в интервале кристаллизации // Литейные свойства алюминиевых сплавов. – Киев: Наук. думка, 1968. – С. 228-240.
2. Литейные свойства металлов и сплавов // Г. Ф Баландин, Л. П Каширцев, Ю. А Степанов и др. – М.: Наука, 1967. – С 199-202.
3. Тимофеев Г. И. Механика сплавов при кристаллизации отливок и слитков. – М.: Металлургия, 1977. – 160 с.

Поступила 22.12.2012

УДК 669.162.275:669.14

Ю. В. Моисеев, А. И. Личак, В. А. Твердохвалов

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГЛУБИНЫ ОДНОПОЛЮСНОГО ПРОМАГНИЧИВАНИЯ СТАЛЕЙ ПРИ МАГНИТНОМ КОНТРОЛЕ ИХ СТРУКТУРНОГО СОСТОЯНИЯ

Показана оценка глубины проникновения магнитного потока в сталь при полюсном намагничивании металла стержневым постоянным магнитом.

Ключевые слова: неразрушающий магнитный контроль, глубина промагничивания.

Показана оцінка глибини проникнення магнітного потоку в сталь при полюсному намагнічуванню металу стрижневим постійним магнітом.

Ключові слова: неруйнівний магнітний контроль, глибина промагнічування.

Gives information about possibility to estimate the depth which magnetic flux reaches in steel when the metal is being pole magnetized with an axial magnet.

Keywords: nondestructive magnetic testing, magnetization depth.