

Изобретение относится к измерительной технике, а именно к устройствам для измерения вязкости жидкости различных биологических жидкостей и может быть использовано в медицине и экспериментальной биологии, лабораторного экспресс-контроля и научных исследований.

Известны преимущества горизонтальных капиллярных вискозиметров перед другими видами капиллярных вискозиметров, однако в описанных моделях капиллярных горизонтальных вискозиметров накапливается исследуемая жидкость со смоченных внутренних поверхностей емкостей, в результате чего образуется капля, закрывающая просвет капилляра и резко тормозящая движение исследуемой пробы из-за возникающих воздушных пробок.

Проблема воздушных пробок известна во многих областях науки и техники. Решаемая в данном изобретении техническая задача заключается в полной ликвидации воздушных пробок. Эта основная задача настоящего изобретения, достижение которой значительно повышает, чувствительность и точность измерений вязкости жидкости.

Известен способ измерения вязкости жидкости путем измерения времени прохождения жидкости через горизонтально расположенный капилляр [1]. При этом исследуемая жидкость подается в капилляр из мерной пипетки, лежащей в той же плоскости, что и капилляр.

Известно устройство [2], которое содержит емкость в виде длинной (до 15 см) трубки, припаянной к капилляру. С противоположной стороны капилляра припаяна такая же трубка, образуя треугольник на горизонтально расположенной стеклянной основе. Оба конца трубок отогнуты вверх. В одну трубку вносят исследуемую жидкость и подают давление для ее продвижения. Именно в трубке-емкости для исследуемой жидкости и формируются воздушные пробки, которые полностью отсутствуют в предлагаемом нами устройстве. Кроме того такая длинная стеклянная трубка достигающая вместе с капилляром 40 см легко ломается, что выводит из строя устройство.

Промывка и заполнение капилляра исследуемой жидкостью также очень затруднена, так как он закреплен на стеклянной пластинке в виде аквариума. Поэтому требуется еще и специальная подсветка, чтобы видеть сквозь слой воды давление капилляра. Горизонтальность капилляра устанавливается, однако в дальнейшем не регулируется. Все эти недостатки отсутствуют в предлагаемом нами устройстве.

Прототипом заявляемого устройства является устройство, включающее ультратермостат, компрессор - источник-избыточного давления, устройство для поддержания стабильной температуры исследуемой жидкости, что делает его громоздким, дорогостоящим, а в трубке - емкости (капилляре) формируются воздушные пробки в силу описанных выше причин. Эти воздушные пробки понижают чувствительность и точность измерений, фактически при их появлении измерение вязкости пробы становится невозможным, так как повторное пропускание через капилляр ведет к потере вязкости в силу легкой разрушаемости ее молекул (1).

Заявляемый способ определения вязкости жидкости и устройство для его осуществления решает задачу повышения чувствительности и точности измерения вязкости за счет избавления системы от воздушных пробок.

Поставленная задача достигается тем, что исследуемая жидкость подается в горизонтально расположенный капилляр из шарообразной емкости объемом 2,5-3,0 мл, расположенной в вертикальной плоскости перпендикулярно капилляру. При заполнении шарообразной емкости исследуемой жидкостью она входит в капилляр и продолжает по нему двигаться. Как только жидкость наполнит капилляр на 5-6 см, останавливают ее движение для осуществления температурной стабилизации системы. После выравнивания температуры воздуха в системе и помещении подают избыточное давление на исследуемую жидкость и измеряют время в течении которого весь запланированный объем жидкости пройдет через капилляр. По измеренному времени оценивают вязкость исследуемой жидкости.

Указанный способ подачи жидкости в капилляр за счет большого отдаления противоположных стенок в шарообразной емкости исключает возможность формирования капель и тем самым обеспечивает входжение жидкости в горизонтально расположенный капилляр без воздушных пробок. Кроме того, остановка движения жидкости при заполнении капилляра на 5-6 см также является существенным фактором. При заполнении шарообразной емкости исследуемой жидкостью происходит нагрев жидкости и воздуха находящегося над ним за счет более высокой температуры кожи пальцев рук. Потом воздух над жидкостью начинает охлаждаться до комнатной температуры и сжимаясь засасывает часть жидкости из капилляра. Поэтому, если жидкость заполнит капилляр менее чем на 5 см, то вся жидкость может поступить обратно в шарообразную емкость и начнется засасывание из капилляра воздуха, который формирует на поверхности исследуемой жидкости воздушные пузырьки. Они не всегда распадаются и могут попасть в капилляр.

Таким образом описанный способ благодаря указанным существенным признакам позволяет получить высокоточные результаты и обеспечивает высокую чувствительность измерения.

Устройство для реализации описанного способа измерения вязкости жидкости показано на чертеже.

Устройство содержит источник избыточного давления, состоящий из емкости 1 на 20 литров из оргстекла толщиной 4-5 мм, окрашенной в светлые тона, что делает ее мало чувствительной к колебаниям температуры внутри помещения, на которой смонтирован водяной манометр 2, устройство 3 для регулирования давления воздуха в системе, а также трубка 4 с одноходовым краном 5 и гибким наконечником 6. Источник избыточного давления через гибкий наконечник 6 соединен с шарообразной емкостью 7, которая заполняется исследуемой жидкостью. Шарообразная емкость 7 и капилляр 8 изготавливается из одного и того же материала и образуют единое устройство, что делает его стойким к повреждениям.

Капилляр 8 размещается свободно в пазу 9 столика 10 и прижимается отодвигаемой стальной пружиной 11, что позволяет его легко снимать для промывания, сушки и заполнения исследуемой жидкостью.

Шарообразная емкость 7 помещается в широкий пазу 12 столика 10, что делает ее и капилляр 8 неподвижными во время измерений вязкости. На столике 10 из толстого (1 см) оргстекла вмонтирован уровень горизонтальности 13. Все четыре ножки столика 10 имеют регулировочные винты 14 для поддержания капилляра 8 в горизонтальном положении, противоположный от емкости 7 конец капилляра 8

изогнут и направлен в специально подставляемую пробирку 15, из которой взята исследуемая проба. Пробирка 15 опирается на подставку 16 из оргстекла, укрепленную в пазах на нижней части столика 10. Такая конструкция устройства обеспечивает изучение большого количества проб. Это позволяет обследовать большие контингенты людей.

Предлагаемое устройство для определения вязкости жидкости работает следующим образом.

Предварительно промывают и высушивают капилляр 8 с емкостью 7. Емкость 7 дозатором заполняют исследуемой пробой и подключают к источнику давления через одноходовый кран 5, который закрыт, как только исследуемая жидкость продвинется по капилляру 8 на 5 см от емкости 7. Таким образом обеспечивают неподвижность исследуемой жидкости в капилляре 8. После этого капилляр 8 укрепляют неподвижно пружинной 11. Затем точно устанавливают необходимое давление в системе, равное, например, 2 см водного столба (чем более вязкая исследуемая жидкость, тем более высоким должно быть давление. Устанавливается экспериментальным путем).

Когда колебания воздуха в системе, связанные с установлением необходимого давления, прекратятся, одновременно с подачей давления на жидкость включают секундомер. В связи с тем, что до подачи давления часть исследуемой жидкости (примерно 0,26% от общего объема) уже находится в капилляре, в котором изначально никогда не бывает воздушных пробок, так как он промыт и высушен, а также в связи с тем, что емкость для исследуемой жидкости шарообразна, а поэтому внутренние поверхности ее, смоченные исследуемой жидкостью, находятся на большом расстоянии и поэтому не могут образовывать каплю, перед которой формируются воздушные пробки, последние в наших условиях не могут появиться, так как сразу после выхода последней части исследуемой жидкости секундомер выключают. Опыт закончен, цифра учтена.

Каждая конкретная жидкость перед определением ее вязкости нуждается в предварительной подготовке. Рассмотрим работу устройства на конкретном примере изучения вязкости растворов ДНК при действии на них ферментов генетических процессов - эндоДНКаз, взятых из сыворотки крови, мочи, околоплодных вод, спинномозговой жидкости и т.д. здоровых и больных людей (а в эксперименте и животных).

Первоначально в первые три пробирки вносят по 1 мл Трис-НСI буфера при pH 7,4, добавляют по 3 капли ингибитора ДНКаз (если изучается активность ДНКаз) и по 0,5 мл специального раствора ДНК. Очень важно всегда хорошо перемешивать (5-10 ударов дном пробирки о палей). Это контроль на качество раствора ДНК.

Затем в каждой серии из трех проб добавляют в каждую пробирку раствор буфера - 0,5 мл, раствор ДНК - 0,5 мл, источник ДНКаз (разведенные моча, кровь и др.) - 0,5 мл с той разницей, что в каждую первую из трех пробирок ингибитор добавляют до добавления ДНКаз, а в две последующие - уже после термостатирования. Это наиболее важный, абсолютный контроль. Третий вид контроля - сравнительное изучение материалов здоровых людей на фоне больных. Затем все пробы хорошо перемешивают, и помещают в термостат при температуре 42°C. После термостатирования во все пробы без ингибитора добавляют последний, перемешивают и охлаждают до комнатной температуры. Затем дозатором поочередно вносят в емкость по 1,3 мл для исследования вязкости и далее действуют в соответствии с уже описанным.

Предложенная конструкция устройства позволяет полностью избавиться от воздушных пробок и обеспечить максимальную Точность и высокую чувствительность измерений.

В таблице № 1 приведен пример статистической обработки данных, полученных при обычной работе устройства и при наличии воздушных пробок в случае изучения эндоДНКаз.

Предлагаемое для определения вязкости жидкостей устройство имеет ряд существенных преимуществ:

- капилляр изготовлен из одного и того же материала, что и емкость, что позволяет обеспечить его прочность,
- капилляр более чем в 3 раза короче, чем в прототипе, легко снимается для промывки, сушки и заполнения его исследуемой жидкостью,
- резервуаром для воздуха является портативная емкость из оргстекла,
- нет необходимости в специальном освещении.

Таким образом, предлагаемое для определения вязкости жидкости устройство представляет собой фактически новый тип прибора, наиболее приемлемый для массовых определений активности ферментов генетических процессов - эндоДНКаз с целью облегчения диагностики и дифференциальной диагностики лучевой болезни, лимфог-рануломатоза, других злокачественных новообразований, ряда заболеваний кожи, панкреатита, туберкулеза, некоторых наследственных заболеваний и др., что особенно важно в связи с решением медицинских проблем, возникающих после аварии на Чернобыльской АЭС и ухудшением экологической обстановки. При внимательном и аккуратном выполнении указанных здесь условий колебания полученных результатов не превышает 5%.

Степень разведения источника эндоДНКаз	Удельная вязкость		Р
	В нормальных услови- ях	При наличии воздуш- ных пробок	
1:10	1,04	2,1	<0,05
	0,04	0,1	
	0,04	0,6	
1:15	1,04	1,6	
	0,08	0,2	
	0,08	0,16	
1:45	1,04	2,0	
	0,32	0,64	
	0,34	0,52	
M ± m	0,49 ± 0,07	0,88 ± 0,14	

