

Вязкозиметр Штабингера

Вязкость веществ исследуют уже на протяжении сотни лет. За этот период было разработано много методов измерения вязкости. В частности, ни какой другой физический параметр не вызывал появления такого огромного числа методов его измерения.



Во многих отраслях промышленности до сих пор используются методы измерения, открытые еще в 18 веке. Подобные традиции порой трудно изменить, особенно, если метод был использован в качестве стандарта в течение многих десятилетий. Сейчас, представляя новый прибор SVM 3000 производства Anton Paar, можно сказать, что задул ветер перемен для проведения измерения вязкости нефтепродуктов, так как вискозиметр Штабингера использует принцип измерения, который является ни чем иным, как революцией в определении вязкости веществ.

Изначально параметр вязкости определяет трение в жидких веществах. Представьте вещество, состоящее из молекулярных слоев, которые соприкасаются друг с другом под влиянием воздействия на вещество. Появляется трение между слоями и, чем больше трение, тем больше значение вязкости.

Один из наиболее распространенных методов измерения вязкости проводится с помощью капиллярной системы. Метод измерения времени истечения является одним из самых ранних. Существует множество капиллярных вискозиметров, но принцип измерения у них один и тот же: измеряется время протекания определенного количества образца через капилляр. Значение вязкости может быть рассчитано из полученного значения времени.

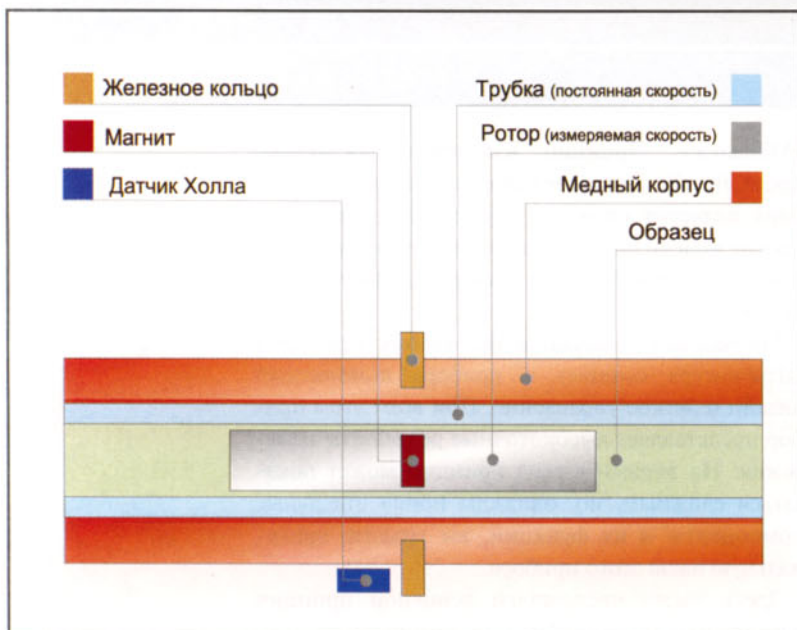
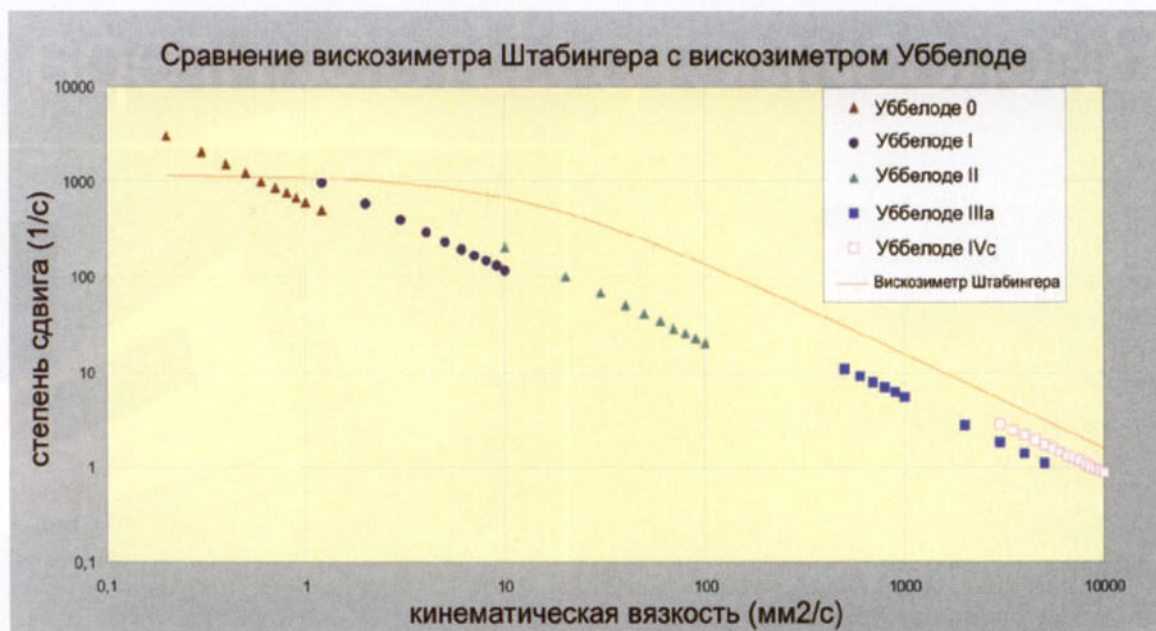
Нефтяная промышленность использует в основном вертикальные стеклянные капилляры. По закону притяжения образец течет по капилляру. Такие приборы также называются вискозиметры

«Уббелоде». Принцип измерения достаточно прост, но обслуживание (заполнение, чистка) прибора является сложной. Существуют автоматические модели подобных вискозиметров, но у этих приборов очень большой размер и соответственно высокая цена.

Проведение измерения по новому принципу Штабингера сочетает в приборе компактный дизайн и легкое управление. При всем этом прибор представляет высокоточные результаты измерения. На первый взгляд принцип может показаться сложным, но, однажды поняв отдельные компоненты и их функции, вы увидите оригинальную идею этого прибора.

Здесь также представлен основной принцип измерения вязкости. Центром является соотношение между значениями скорости деформации и требуемой силы или наоборот. Скорость дефор-





мации (или сдвиг) проводится в принципе Штабингера во вращающейся с постоянной скоростью трубке. В данной трубке находится образец и коаксиальный ротор. Фрикция между трубкой и образцом заставляет образец вращаться, что в свою очередь приводит в движение ротор. Если движение не было прервано, то все три компонента будут вращаться с одинаковой скоростью. Однако небольшой магнит, встроенный в ротор, будет препятствовать этому. Магнитное поле, образованное вокруг магнита, вызывает появление вихревых токов во внешнем медном блоке измерительной ячейки. Данные вихревые токи получают энергию от ротора и тем самым тормозят процесс вращения, что вызывает разницу в значении скорости между вращающейся трубкой и внутренним ротором, которое непосредственно

соответствует вязкости образца.

Для того чтобы получить высокоточные результаты, должны быть исключены помехи, влияющие на процесс измерения. Типичной помехой может быть соприкосновение вращающихся частей. Это удваивает значение измерения, особенно при низкой вязкости (малых силах). Принцип Штабингера предлагает наилучшее решение данной проблемы: у измерительного ротора нет соединений. В образце ротор находится в свободном состоянии.

При этом возникают вопросы:

Как же ротор остается в середине трубки? Почему он не падает вниз под влиянием силы притяжения или не поднимается вверх из-за центробежной силы?

Ротор обладает очень маленьким весом. Его общая плотность (масса/объем) всегда ниже плотности образца. При высоких скоростях центробежные силы выталкивают более тяжелые части наружу. Так как ротор является более легким компонентом, то он всегда остается в центре.

Почему нет отклонения ротора по оси?

Магнит внутри ротора используется не только для остановки вращения, а также держит ротор всегда в горизонтальном положении и на одном и том же месте, так как на медный корпус трубки надето железное кольцо.

Как измеряется скорость ротора?

Это очень легко: маленький магнит ротора обладает третьей функцией. Датчик Холла измеряет частоту вращения магнитного поля. Так как остановка вращения вихревого поля является однозначной функцией скорости, тем самым вязкость может быть определена через измерение простой скорости. Подобное измерение легче и точнее, чем другие принципы измерения силы.

Измерение вязкости:

Для того, чтобы провести полное измерение

вязкости в интервале от менее 1 до 10 000 мм²/с потребуются 13 капилляров. Прибор SVM 3000 проводит подобное измерение легко и просто.

Данный принцип измерения может быть описан как измерение ротационным вискозиметром, хотя и сильно отличается от других типов. Измеряемая вязкость является динамической. Так как вискозиметр Штабингера предназначен для получения результатов, поддающихся сравнению результатам, выведенным с помощью традиционного капиллярного вискозиметра, который определяет кинематическую вязкость, в прибор SVM 3000 была встроена вторая измерительная ячейка. Данная ячейка – проверенная измерительная ячейка для определения значения плотности производства Anton Paar. Она работает по принципу осциллирующей U-трубки. Деление значения динамической вязкости на значение плотности в результате дает значение кинематической вязкости, которое и является стандартом в нефтяной промышленности. По крайней мере, нет необходимости нарушать старые традиции.

Индекс вязкости (VI) является стандартом для измерения параметров смазочных масел. Вязкость определяется при температуре 40 °С и 100 °С, затем индекс вязкости (VI) рассчитывается из полученных значений, используя формулу.

Факты

Кинематическая вязкость:

от 0.2 до 10 000 мм²/с

Воспроизводимость: 0,35 % от величины

Динамическая вязкость:

от 0.2 до 10 000 mPa.s

Показывает степень сдвига, силу сдвига

Плотность:

от 0,62 до 2,0 г/см³

Разрешение 4-знака после запятой

Температура:

от -40 до +100 °С

Воспроизводимость: 0.02 °С

Индекс вязкости [VI]

В соответствии с ASTM D2270

Чем выше полученное значение, тем меньше разница между двумя значениями вязкости. Масло с высоким индексом вязкости (VI) при большой амплитуде температур показывает оптимальные смазочные свойства. ■