

К началу 2010-х гг. была достроена транскитайская магистральная линия «Запад – Восток-2», «Сычуань – Восточный Китай», «Юйлинь – Цзинань». В это же время из Туркменистана в Китай стали поступать первые объемы сетевого природного газа. Новый этап развития газопроводной сети Китая связан с перспективами строительства системы газопроводов «Россия – Китай».

Продуктопроводы. До 2000-х гг. основной объем перевозок нефтепродуктов осуществлялся железнодорожным и водным транспортом. Так, в начале 2000-х гг. общая протяженность продуктопроводов составляла не более 1,5 тыс. км, включая законсервированный продуктопровод в столицу Тибета (Голмуд – Лхаса).

Продуктопроводы. До 2000-х гг. основной объем перевозок нефтепродуктов осуществлялся железнодорожным и водным транспортом. Так, в начале 2000-х гг. общая протяженность продуктопроводов составляла не более 1,5 тыс. км, включая законсервированный продуктопровод в столицу Тибета (Голмуд – Лхаса).

Организационная структура трубопроводного транспорта Китая

В настоящее время в Китае трубопроводная инфраструктура, включая нефте-, газо- и продуктопроводы, принадлежит трем государственным компаниям – PetroChina, или CNPC (China National Petroleum Company), Sinopec, CNOOC (China National Offshore Oil Company). Основная часть трубопроводных сетей (около 68 %) контролируется первой из них, для остальных компаний этот показатель составляет сравнительно небольшую величину: Sinopec – 29 %, CNOOC – 3 % [1].

#### Литература

1. Эдер Л., Филимонова И. Особенности развития трубопроводного транспорта Китая // Проблемы Дальнего Востока, 2013. – № 2. – С. 125-136.
2. CNPC Annual Report 2011 // China National Petroleum Corporation, 2012.
3. Sinopec Annual Report 2011 // Sinopec Corp, 2012.
4. CNOOC Annual Report 2011 // China National Offshore Corporation, 2012.

### ПОТОЧНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ВЯЗКОСТИ ДЛЯ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА И КАЧЕСТВА НЕФТИ

**А.О. Мартынюк, К.А. Кувшинов**

Научный руководитель старший преподаватель В.А. Рудаченко

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Определение вязкости нефти является важной задачей для нефтетранспортных предприятий. Это связано с тем, что вязкость является одним из основных показателей, определяющих технологические параметры работы трубопровода, к примеру, выбор рабочих параметров насоса связан с вязкостью перекачиваемой в трубопроводе нефти. Кроме того вязкость тесно связана со структурой вещества и отражает ее физико-химические свойства, следовательно по значению вязкости судят о качестве перекачиваемой в трубопроводе нефти.

Оборудование, предназначенное для определения вязкости и применяемое при автоматизированном учете нефти и нефтепродуктов при сборе, транспорте и переработке в системах учета и контроля качества нефти называется вискозиметром [3].

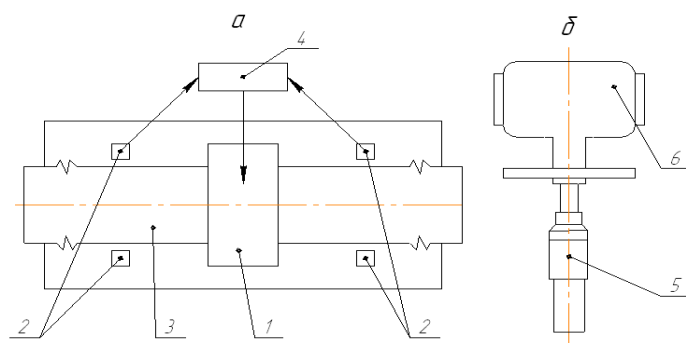
На сегодняшний день имеется множество видов конструкций вискозиметров, основанных на различных принципах действия. Однако не всех из них получили широкого распространения в нефтегазовой отрасли, поскольку не удовлетворяют высоким требованиям, предъявляемым к их конструкции. Такими требованиями являются: надежность, высокий уровень метрологических показателей, работа в агрессивных средах, непрерывность определения значения вязкости, автоматизированность и т.д.

На основе выше изложенных требований, наиболее подходящим является вискозиметр принцип действия которого основано на вибрационном методе.

Для вискозиметра, основанного на вибрационном принципе действия, возможны два основных варианта его принципиального конструктивного исполнения: проточный (рис. 1, а) и погружной (рис. 1, б). Данные варианты отражают характер взаимодействия исследуемой среды и чувствительного элемента (резонатора). В проточных вискозиметрах исследуемая среда протекает внутри резонатора, в отличие от погружного, где резонатор омывается исследуемой средой.

В проточном вискозиметре роль резонатора выполняет трубка, закрепленная через сильфоны с фланцами. Под действием устройства возбуждения трубка приводится к крутильным колебаниям вместе со средой, заполняющей ее, это в свою очередь вызывает в среде силы вязкого трения. Оценка данных сил и дальнейший расчет вязкости, производится путем сравнения параметров колебаний: амплитуда, частота и сдвиг фаз между возбуждающими колебаниями и приемными. Для определения затухания колебаний резонаторной трубки, на ее концах установлены датчики, измеряющие угол ее закручивания в данном сечении.

В погружных же вискозиметрах роль резонатора выполняет погруженное в исследуемую среду тело (пластина, камертон, цилиндр и т.д.) [2]. Сущность метода заключается в приведении резонатора в колебательное движение за счет внешней возбуждающей силы. Оценка вязкости производится путем расчета декремента затухания колебаний резонатора в исследуемой среде [1].



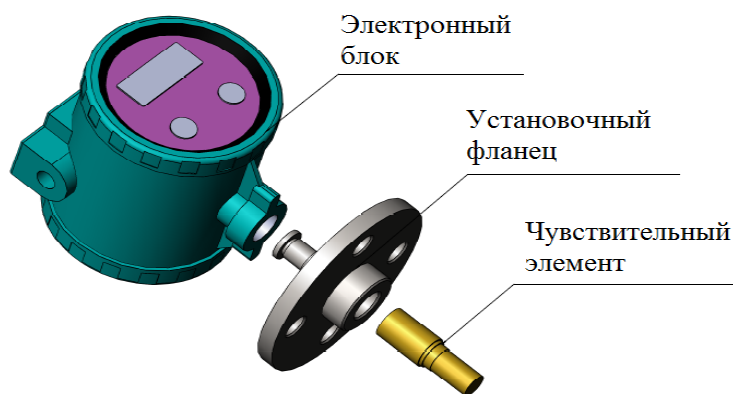
**Рис. 1. Схемы проточного (а) и погружного (б) вискозиметра: 1 – устройство возбуждения; 2 – приемные датчики; 3 – резонаторная трубка; 4 – блок обработки сигналов; 5 – чувствительный элемент погружного вискозиметра; 6 – электронный блок вискозиметра**

При рассмотрении конструкции проточного и погружного вискозиметра стоит обратить внимание на последний по нескольким причинам. Во-первых, сложность изготовления конструкции проточного вискозиметра, а именно устройства возбуждения. Это обусловлено необходимостью поддержания колебаний в определенном моде – моде крутильных колебаний, что создает некоторые трудности в его проектировании и дальнейшем изготовлении. Во-вторых, сравнивая эти конструкции, следует отметить, что погружной вискозиметр способен работать, как в трубопроводе (в потоке), так и в определенном объеме (к примеру – резервуаре). Данное свойство делает его более универсальным относительно проточного вискозиметра. В-третьих, конструкция погружного вискозиметра обеспечивает возможность наряду с вязкостью измерять и плотность исследуемой жидкости. В-четвертых, металлоемкость, а следовательно и затраты на производство погружных вискозиметров на порядок ниже. И если учесть, что в настоящее время взят курс на ресурсосбережение, то это является весьма весомым аргументом в пользу погружного вискозиметра.

Погружной вибрационный вискозиметр (рис. 2) имеет 3 основных составляющих:

- чувствительный элемент необходимый для приведения жидкости в колебательное движение и снятия ответных реакций;
- блок электроники, предназначенный для возбуждения чувствительного элемента, снятия ответных сигналов, обработку данных сигналов для последующего расчета значений вязкости;
- установочный фланец, служащий для крепления вискозиметра на трубопроводе или резервуаре.

Принцип работы поточного погружного вибрационного преобразователя вязкости представлен на блок-схеме, представленной на рис. 3.



**Рис. 2. Общая схема вибрационного погружного вискозиметра**

В результате проведенного анализа существующих конструкций вискозиметров, был сделан вывод, что для целей системы измерения количества и качества нефти наиболее подходящим вариантом является – погружной поточный вискозиметр, основанный на вибрационном принципе, благодаря следующим преимуществам:

- высокая надежность конструкции, поскольку отсутствуют подвижные элементы;
- универсальность, т.е. возможность установки, как в трубопроводе, так и на резервуаре;
- простота конструкции, удобство эксплуатации и технического обслуживания;
- относительно небольшие масса и габариты;

- высокий уровень метрологических показателей;
- относительно низкая металлоемкость.

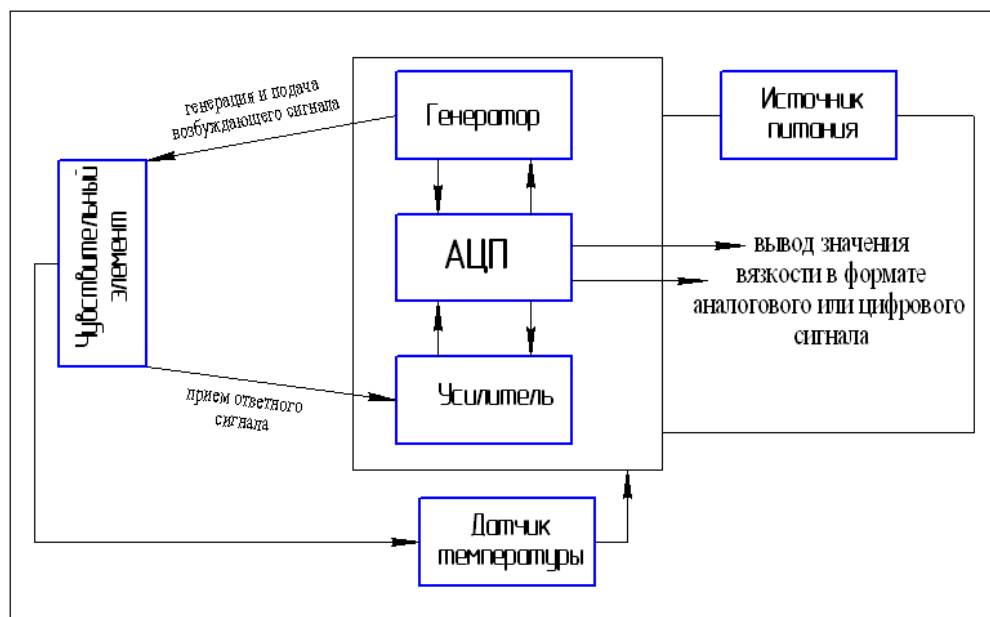


Рис. 3. Блок-схема принципа работы поточного погружного вискозиметра

#### Литература

1. Малкин А.Я. Диффузия и вязкость полимеров. Методы измерения. – М.: Химия, 1979 – 304 с.
2. Соловьев А.Н., Каплун А.Б. Вибрационный метод измерения вязкости жидкости: Наука, Сибирское отделение, 1970. – 139 с.
3. Фатхутдинов А. Ш. Автоматизированный учет нефти и нефтепродуктов при сборе, транспорте и переработке. Пособие для метрологов. – Уфа: АО «Нефтеавтоматика», 1999.

### РАСЧЕТ НАГРУЗОЧНОЙ СПОСОБНОСТИ ПРЕЦЕССИРУЮЩЕЙ ПЛОСКО-КОНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ С МНОГОПАРНЫМ ЗАЦЕПЛЕНИЕМ ЗУБЬЕВ ПРИВодОВ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ

А.А. Пазяк

Научный руководитель профессор В.Н. Сызранцев

Тюменский государственный нефтегазовый университет, г. Тюмень, Россия

В большинстве современных приводов запорной арматуры применяются червячные или спироидные [1] передачи. Однако эти передачи обладают весьма низким к.п.д. (обычно порядка 0,3), а также эксплуатация этих приводов в условиях Крайнего Севера характеризуется высоким страгивающим моментом, что отрицательно сказывается на надежности управления работой запорной арматуры.

Использование прецессирующих плоско-конических передач (ПКПП) позволяют повысить надежность запорной арматуры. ПКПП - это сравнительно новый тип передаточных механизмов, в которых легко реализовать разность чисел зубьев в один зуб, изменяя угол наклона быстроходного вала [2, 3, 4]. Область применения ПКПП: специальные приводы со средними и большими передаточными отношениями. Прецессирующие плоско-конические передачи обладают рядом преимуществ по сравнению с другими видами передач, особенно по к.п.д. (порядка 0,9), малому страгивающему моменту, компактности, простоте эксплуатации. Многопарность зацепления, обусловленная конструкцией ПКПП, улучшает многие характеристики, в частности нагрузочная способность передачи значительно превышает другие их виды.

Особенности геометрии ПКПП, методика расчета наладок зуборезного станка, необходимых для построения математических моделей процесса формообразования зубьев колес, решение задач по определению оптимальных геометрических характеристик зацепления зубьев колес в передаче представлены в работах [5, 6]. В настоящей работе для заданных геометрических параметров зацепления зубьев в передаче и геометрии ПКПП представлена методика расчета нагрузочной способности прецессирующей передачи с многопарным зацеплением зубьев по величине крутящего момента и с учетом максимального контактного напряжения материала, из которых изготавливаются колеса и шестерни.

По методике изложенной в работе [7] определение нагрузки многопарного зацепления представляет собой задачу раскрытия статистической неопределенности системы с односторонними связями, в результате решения которой определяется число контактирующих пар, воспринимающих заданную нагрузку и характер