

ҚОВУШҚОҚЛИКНИ ЎЛЧАШДА МЕТРОЛОГИК ТАЪМИНОТ ҲОЛАТИ ВА ЎЛЧАШЛАР КУЗАТУВЧАНЛИГИНИ ТАЪМИНЛАШНИНГ ИЛМИЙ ЕЧИМЛАРИ

Шодлик Машарипович МАШАРИПОВ

Техника фанлари бўйича (PhD) фалсафа доктори
доцент

Ислом Каримов номидаги

Тошкент давлат техника университети

Тошкент, Ўзбекистон

shodlik29081986@mail.ru

Камолиддин Равшанович НАЖМУТДИНОВ

бўлим бошлиғи

Ўзбекистон миллий метрология институти

давлат муассасаси

Тошкент, Ўзбекистон

Жасуржон Холмуратович ҚУДРАТОВ

Докторант

Ислом Каримов номидаги

Тошкент давлат техника университети

jasurjonqudratov@mail.ru

Аннотация

Ушбу мақолада Ўзбекистон Республикаси ўлчашлар бирлигини таъминлаш давлат тизимида суяқ муҳитларнинг кинематик қовушқоқлигини ўлчашнинг ҳолати ва унинг метрологик таъминоти ўрганилади. Озиқ-овқат саноати, нефт-газ ва кимё корхоналари, биотехнологиялар ва экология соҳаларида муҳим бўлган қовушқоқликни ўлчаш натижаларини метрологик кузатувчанлигини таъминлаш масаласи тадқиқ қилинади.

Таянч сўзлар: халқаро бирликлар тизими, ўлчашлар ноаниқлиги, суяқ муҳитлар, қовушқоқлик, ўлчаш, визкозиметр, метрологик кузатувчанлик, метрологик таъминот, калибрлаш

НАУЧНЫЕ РЕШЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ВЯЗКОСТИ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАБЛЮДАЕМОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Шодлик Машарипович МАШАРИПОВ

Доктор философии (PhD) по технических наук
доцент

Ташкентский государственный технический университет
имени Ислама Каримова

Ташкент, Узбекистан

shodlik29081986@mail.ru

Камолиддин Равшанович НАЖМУТДИНОВ

начальник отдела

ГП “Узбеккий национальный институт метрологии”

Ташкент, Узбекистан

Жасуржон Холмуратович КУДРАТОВ

Докторант

Ташкентский государственный технический университет

имени Ислама Каримова

Ташкент, Узбекистан

Аннотация

В данной статье изучается состояние измерения вязкости жидких сред в государственной системе единства измерений и их метрологического обеспечения. Исследуются вопросы обеспечения метрологической прослеживаемости результатов измерения вязкости жидких сред, что является актуальным в сферах пищевой промышленности, нефте-газовой и химической промышленности, биотехнологии, экологии и других сферах.

Ключевые слова: международная система единиц, неопределённость измерений, жидкая среда, вязкость, измерение, вискозиметр, метрологическая прослеживаемость, метрологическое обеспечение, калибровка средств измерений.

Бугунги кунда қовушқоқликни ўлчаш воситалари нефт саноати, ёқилғи саноати, тиббиёт, косметология, геология ва қурилиш саноати ва бошқа муҳит тармоқларда маҳсулотларни сифат ва хавфсизлик кўрсаткичларини баҳолаш, ишлаб чиқариш шароитида технологик жараёнларни назорат қилишда кенг қўлланилади.

Олиб борилган таҳлилларга кўра, бугунги кунда саноат корхоналарида 15000 дан зиёд ишчи вискозиметрларни метрологик текширувдан ўтказиш учун реал эҳтиёжлар мавжуд. Юқоридаги иқтисодиётнинг соҳаларида қўлланиладиган ишчи ўлчаш вискозиметрларни метрологик текширувини (қиёслаш, калибрлаш, аттестатлаш) ташкил қилиш долзарб вазифалардан бири ҳисобланади.

Ўлчаш воситаларини калибрлаш тизимини ривожлантириш ва такомиллаштириш орқали маҳаллий маҳсулот сифатини ва рақобатбардошликни ошириш учун шароит яратиш, халқаро ва минтақавий метрология ташкилотлари билан метрология бўйича ўзаро самарали ҳамкорлик механизмларини ривожлантириш долзарб масала ҳисобланади. Ўзбекистон Республикасининг халқаро иқтисодиётга ва ўлчашлар бирлигини таъминлаш халқаро тизимларига тенг ҳуқуқли шерик сифатида интеграциялашувига кўмаклашиш мақсадида ISO/IEC 17025:2017 “Синов ва калибрлаш лабораторияларининг

компетентлигига талаблар” халқаро стандарти жорий қилинган синов ва калибрлаш лабораторияларида Халқаро бирликлар тизимига (SI) нисбатан метрологик кузатувчанликни таъминлаш халқаро ташкилотларнинг муҳим техник талабларидан ҳисобланади. Бугунги кунда “Аккредитация маркази” ДУКнинг давлат реестрида техник компетентлиги расман баҳоланган (аккредитация, техник жиҳатдан малакалилигини баҳолаш) бўйича 600 дан зиёд метрологик ва синов лабораториялар фаолият юритмоқда.

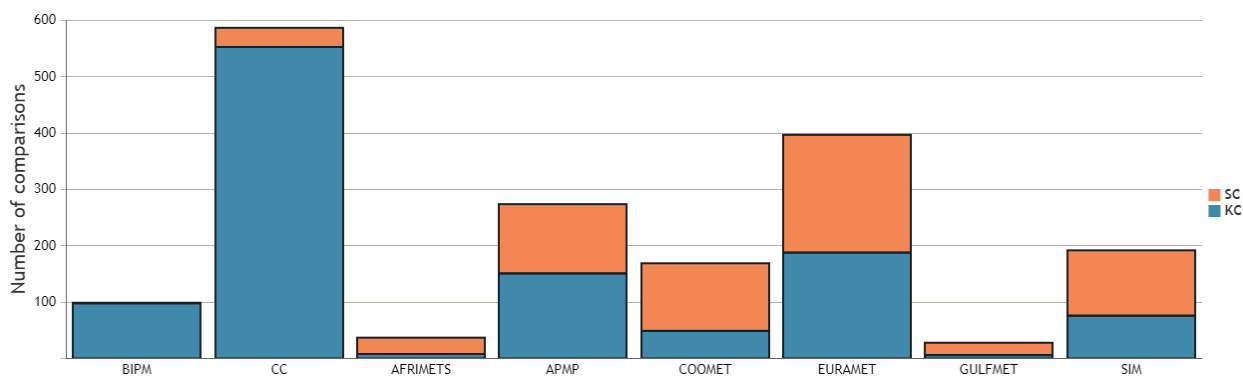
Бугунги кунда суюқликнинг қовушқоқлик бирлигини ҳосил қилиш учун бирламчи намунавий комплекс қурилмасини яратиш ва жорий қилиш 1999 йил 14 октябрда (Франция, Париж) Ўлчов ва тарозилар халқаро бюроси (BIPM) томонидан тасдиқланган “Миллий метрология институтлари томонидан бериладиган калибрлаш ва ўлчаш сертификатларини ва миллий ўлчаш эталонларини ўзаро тан олиш тўғрисидаги” (CIPM MRA) халқаро меъёр талабларини бажаришда долзарб масала ҳисобланади. Бунинг натижасида Ўзбекистон Республикасининг калибрлаш ва ўлчаш имкониятлари бўйича халқаро маълумотлар базаси (KCDB)га миллий ўлчаш имкониятларини намоёниш қилишда муҳим босқич ҳисобланади ва ўлчашлар бирлигини таъминлаш давлат тизимининг техник имкониятларни модернизация қилиш имконини беради. Бугунги кунда калибрлаш ва ўлчаш имкониятлари (CMCs) ҳар бир миллий метрология ташкилотининг халқаро даражада муҳим индикатори ҳисобланади.

Бугунги кунда миллий метрология кўрсаткичларини баҳолашда “ўлчаш ва калибрлаш имкониятлари” кўрсаткичи билан баҳоланади (1-расм).



1-расм. Ўлчов ва тарозилар халқаро бюроси (ВІРМ) доирасида ҳудудий метрологик ташкилотлар ва муҳим солиштирувлар статистикаси (02.07.2022 йил ҳолатига)

Метрологик кузатувчанликни таъминлашда халқаро солиштирувларнинг ўрни каттадир. Бунда катталик ўлчамини узатиш жараёнида қатнашадиган ҳар бир намунавий ўлчаш воситалари калибрланиши ва кенгайтирилган ноаниқлиги қийматлари тажриба асосида аниқланади. Ўзбекистон СООМЕТ ҳудудий метрология ташкилотининг аъзоси ҳисобланиб, ушбу ва бошқа ташкилотларнинг муҳим солиштирувлардаги кўрсаткичлари 2-расмда кўрсатилган.



2-расм. Ўлчов ва тарозилар халқаро бюроси (BIPM) доирасида ҳудудий метрологик ташкилотлар ва муҳим солиштирувлар статистикаси

Бугунги кунда “Физик-кимёвий, оптик-физик ва ҳарорат катталиклари” бўлим (09-бўлим) “ЎзММИ” ДМнинг таркибий бўлинмаси ҳисобланади. Физикавий-кимёвий, оптик-физикавий ва ҳарорат ўлчовлари энг кенг тарқалган ўлчов турларидан бири бўлиб, кимё, тиббиёт, нефтни қайта ишлаш, тоғ-кон ва металлургия саноатининг барча тармоқларида ишончли маълумотларни олиш учун асос бўлиб хизмат қилади. Лаборатория тиббиётида ва атроф-муҳитни муҳофаза қилишда, шунингдек, озиқ-овқат, иш жойлари ва бошқалар учун санитария-гигиена меъёрлари назоратини таъминлашда муҳим параметрлар ҳисобланади.

Бўлимнинг асосий вазифалари бўлиб қуйидагилар ҳисобланади:

физик-кимёвий, оптик-физикавий ва ҳароратни ўлчаш соҳасида ўлчовлар бирлигини таъминлаш;

иш ва хизматларни энг юқори профессионал даражада бажариш;

тақдим этилаётган хизматлар сифатини ошириш;

ўлчовларнинг бир хиллигини таъминлаш соҳасида мавжуд ишларни сақлаб қолиш ва янги иш турларини ишлаб чиқиш;

бўлим мутахассисларининг малакасини ошириш ва касбий савиясини яхшилаш;

тақдим этилаётган хизматлар бозорини ва мижозларнинг эҳтиёжларини мониторинг қилиш.

Бўлим белгиланган аккредитация доирасига мувофиқ зарур ва доимий янгилашиб турувчи маълумот базасига эга. Бўлимдаги барча ишлар ўлчовларнинг бир хиллигини таъминлаш бўйича малакали мутахассислар томонидан амалга оширилади. Бугунги кунда бўлимда турли қийматлардаги ва катталиклар учун ўлчовлар қўлланилиб, уларнинг халқаро бирликлар тизимига нисбатан метрологик кузатувчанлиги таъминлаган (3, 4 расмлар).

Ушбу бўлимда ишчи визкозиметрларнинг метрологик текширувлари ҳам ўтказилиб, намунавий ўлчаш воситалари билан уларнинг ноаниқликлари ва меъёрий ҳужжатлар талабларига мослиги баҳоланади.



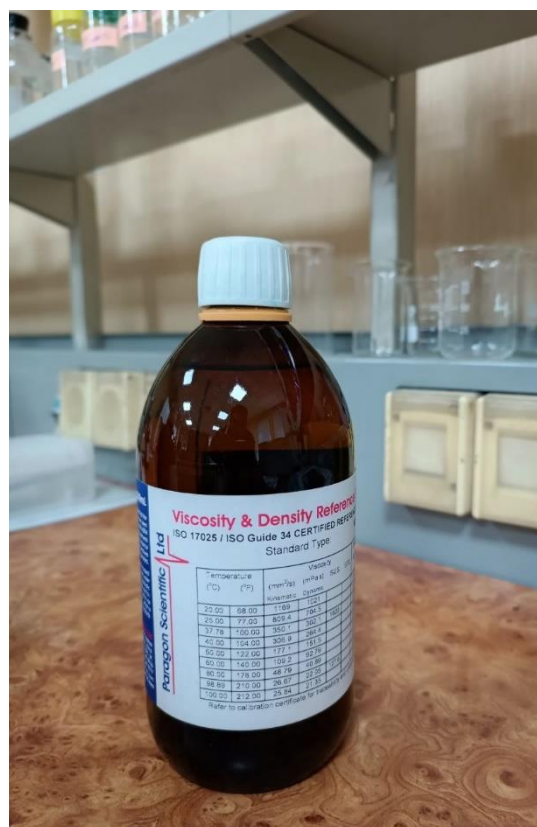
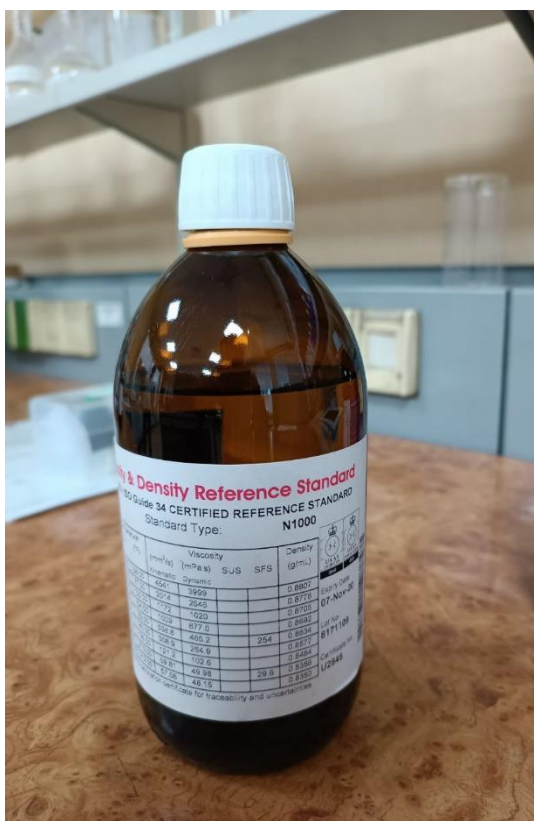
3-расм. рН-метрларни калибрлашда ва метрологик текширувларда қўлланиладиган буфет эритмалар



4-расм. Визкозиметрларни метрологик хоссаларини тадқиқ қилишда фойдаланиладиган ишчи стандарт намуналар (метрологик кузатувчанлик таъминланган)

Стандарт намуналар (СН) ўлчаш жараёнининг барча босқичларида, шу жумладан ўлчов процедураларини (усулларини) верификациялаш (валидация қилиш), калибрлаш ва аниқлигини (тўғрилигини) назорат қилишда қўлланилади. Улар лабораториянинг компетентлигини баҳолаш учун лабораториялараро таққослашларда ҳам қўлланилади. СН ишлаб чиқарувчиларнинг илмий-техникавий малакаси шартларини таъминлаш СН ишлаб чиқариш сифатини

кафолатлаш учун зарур бўлган асосий талабдир. Янги, юқори сифатли СН ларга талаб ўлчов ускуналари прецизионлиги ва илмий ва муҳандислик фанлари доирасида аниқроқ ва ишончли маълумотларга бўлган эҳтиёж туфайли ортиб бормоқда. СН ишлаб чиқарувчиси нафақат ўз материаллари тўғрисида СН ҳужжатлари кўринишида маълумот бериши, балки юқори сифатли СН ишлаб чиқаришда ўз малакасини кўрсатиши керак.



5-расм. ISO 17034 га мувофиқ сертификатланган қовушқоқлик стандарт намуналари (метрологик кузатувчанлик таъминланган)

Халқаро стандартлаштириш ташкилоти (ISO) ISO 17034 “Стандарт намуна ишлаб чиқарувчиларнинг компетентлигига қўйиладиган умумий талаблар”ни эълон қилди. Бу талаблар аввал ISO Қўлланма 34 да кўриб чиқилган бўлиб, дастлаб ISO стандарт намуналар бўйича кўмита (ISO/PEMCO) томонидан ишлаб чиқилган. Халқаро стандартни ишлаб чиқиш зарурати баъзи аккредитация органларининг ўзлари қўлланмада кўрсатилган талабларга аккредитация қила олмаслиги билан боғлиқ эди, бошқа мамлакатларда эса ISO 34 қўлланма ISO/IEC 17025 билан бирга фақат мувофиқликни баҳолаш соҳасида стандарт бўлиб хизмат қилиши мумкин эди.

5- расмларда бугунги кунда “�збекистон миллий метрология институти” давлат муассасасида визкозиметрларни калибрлаш, тадқиқотлар ўтказиш, ишчи визкозиметрларни метрологик хоссаларини илмий-амалий тадқиқ қилиш мақсадида қўлланилаётган, юқорида таъкидланган ISO 17034 стандартларига мувофиқ сертификатланган стандарт намуналар кўрсатилган.

ISO мувофиқликни баҳолаш қўмитаси (ISO/CASCO) ва ISO/PEMCO ISO 34 қўлланмасини ISO/IEC 17000 серияли мувофиқликни баҳолаш стандартига айлантириш учун кучларни бирлаштирди. Икки қўмитадан экспертлар ва манфаатдор шахслар томонидан тузилган қўшма ишчи гуруҳ икки йил давомида зарур ишларни амалга ошириб, ШҚЎ 17034 янги халқаро стандартини ISO веб-сайтида эълон қилди. Янги стандартга ISO Guide 34 билан солиштирганда қуйидаги асосий ўзгаришлар киритилди:

- барча турдаги СН ишлаб чиқаришга қўйиладиган талаблар киритилган ва сертификатланган СН учун қўшимча талаблар ўрнатилган;

- стандарт ISO Guide 31 ва ISO Guide 35 нинг қайта кўриб чиқилган нашрлари билан мослаштирилган;

- талаб қилинадиган СН ҳужжатлари бўйича батафсил маълумотлар киритилган;

- рисклар ва имкониятларга оид бўлимлар киритилган;

- ҳужжатнинг тузилиши умумийликни ҳисобга олган ҳолда қайта тикланди.

CASCO томонидан ишлаб чиқилган мувофиқликни баҳолашнинг бошқа халқаро стандартлари учун қабул қилинган тузилма ишлаб чиқилган стандартлар билан уйғунлиги барча элементлар даражасида таъминланди.

Бугунги кунда визкозиметрларни метрологик таъминотида SVM 3000 Штабингер типидagi визкозиметр суюқ муҳитларнинг кинематик қовушқоқлиги, динамик қовушқоқлиги, зичлиги ва ҳароратини ўлчашда юқори намунавий ўлчаш воситаси сифатида қўлланилиб келинмоқда (6-расм).



6-расм. SVM 3000 Штабингер типдаги визкозиметрнинг ташқи кўриниши

Вискозиметр суюқликнинг қовушқоқлигини ўлчаш учун ячейкадан, электрон термостатдан, ўлчов маълумотларини қайта ишлаш блокидан, суюқ кристалли дисплейдан ва бошқарув клавишалардан иборат битта корпусда бирлаштирилган конструкциядан иборат.

Қовушқоқликни ўлчаш ячейкасининг *ишлаш принципи* текшириладиган суюқлик намунаси билан тўлдирилган цилиндрга (ташқи ротор) жойлаштирилган ва доимий тезликда айланадиган ўлчаш роторининг (ички ротор) айланиш тезлигини ўлчашга асосланган. Белгиланган суюқлик ҳарорати электрон термостат томонидан қўллаб-қувватланади. Ички ротор ичи бўш титан цилиндрдир. Паст зичлиги туфайли ўлчаш ротори сузувчи куч таъсирида зичроқ синов суюқлигининг марказида жойлашган. Ташқи ва ички роторлар ўртасида ўлчов оралиғи ҳосил бўлади. Ўқ йўналишида ички ротор ўрнатилган доимий магнит томонидан ушлаб турилади, у ротор билан айланади ва айланадиган

магнит майдон ҳосил қилади. Магнит майдон ташқи мис корпусидаги оқимларини қўзғатади ва ички ротор тезлигининг импульс сигналинини ҳосил қилади.

Ушбу қурилма динамик қовушқоқликни 0,2 дан 20000 $\text{mPa}\cdot\text{s}$, кинематик қовушқоқликни 0,2 дан 20000 mm^2/s , зичликни 650 дан 2000 kg/m^3 гача, ҳароратни $-40\text{ }^\circ\text{C}$ дан $+100\text{ }^\circ\text{C}$ гача ўлчаш имкониятига эга.

Роторнинг айланиш тезлиги иккита моментнинг ўзаро таъсири билан аниқланади:

- тезлашувчи момент текширилаётган суюқликнинг айланадиган намунасида чикиб кетиш кучининг таъсири билан боғлиқ ва шунинг учун тезликлар фарқига пропорционалдир;

- тормоз моменти ўзгараётган оқимларни таъминлайди. Импульс чиқиш сигнали электрон блокга киради, у ерда қайта ишланади ва якуний ўлчов натижаси қовушқоқлик бирликларида суюқ кристалл дисплейда кўрсатилади.

Суюқлик намунасининг зичлигини ўлчаш принципи шишадан U-шаклидаги трубка шаклида тайёрланган сезгир элементнинг механик тебранишларининг резонанс частотасини ўлчашга асосланган бўлиб, унга суюқлик ёки газ намунаси синовдан ўтказилади. Сезувчан элементнинг табиий тебранишларининг резонанс частотасининг қиймати унинг ҳарорати, калибрлаш пайтида аниқланган геометрик ва механик хусусиятлари ва ундаги суюқлик намунасининг зичлигига боғлиқ бўлади.

Сезгир элементнинг ўз тебранишлари махсус электромагнит тизим томонидан қувватланади. Частота чиқиш сигнали электрон блокга киради, у ерда қайта ишланади ва якуний ўлчов натижаси зичлик бирликларида суюқ кристалл дисплейда кўрсатилади.

Бир вақтнинг ўзида ва шароитда суюқ муҳитларнинг қовушқоқлиги ва зичлигини ўлчаш натижасида динамик қовушқоқликни автоматик равишда кинематик қовушқоқликка ўтказиш имконияти мавжуд. Ушбу қурилма ASTM D 2270 “Practice for Calculating Viscosity Index From Kinematic Viscosity at 40° and 100°C ” стандартига мувофиқ қовушқоқлик индексини ҳисоблашнинг стандарт

режимига эга. Динамик қовушқоқликни, зичликни, кинематик қовушқоқликни ва намунанинг ҳароратини ўлчаш натижалари, шунингдек намунанинг номи ва рақами, сана ва вақт дисплейда дастурлаштириладиган форматда кўрсатилади ва ўрнатилган қурилмада сақланиши мумкин. Маълумотлар серияли интерфейс орқали принтер ёки компьютерга ҳам чиқарилиши мумкин.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Домостроев А.В., Демьянов А.А., Клим О.В., Юдченко Д.А. Сравнительные исследования поточных вибрационных вискозиметров нефти. //Измерительная техника, 2013. –№6. – С.62-65.
2. ГОСТ 8.025-96 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений вязкости жидкостей. Введ. 1998.01.01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации
3. Катюхин В.Е. Определение вязкости жидкостей / В.Е.Катюхин, С.Н.Карбаинова. –Томск: ТПУ, 2007. – 24 с.
4. Линка Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов. Изд.28-е. переработанное и дополненное / Под ред. А.И.Ермакова. – Москва: Интеграл-Пресс, 2000. – 728 с.
5. Мордасов М.М. Пневматический контроль вязкости жидких веществ. Ч.1: Капиллярные методы измерений и устройства их реализации: учебное пособие / под ред. М.М.Мордасова. – Тамбов: Тамб. гос. техн. Унв., 2007. – 120 с.
6. Неклюдова А.А. Стандартные образцы вязкости жидкости в интервалах температуры от минус 35 °С до минус 5 °С и от 100 °С до 150 °С /А.А.Неклюдова, А.А.Демьянов, В.Ш.Сулаберидзе // Тезисы Международного научно-технического семинара «Математическая, статистическая и компьютерная поддержка качества измерений». – СПб., 2018. – С. 106-109.
7. Неклюдова, А. А. Стандартные образцы состава и свойств для определения параметров качества нефти и нефтепродуктов / А.А.Демьянов, А.А.Неклюдова // Тезисы докладов III Международной научной конференции «Стандартные образцы в измерениях и технологиях». – Екатеринбург, 2018. – С. 56-57

8. Цурко А.А. История развития измерений вязкости. / А.А.Цурко // Материалы 27 симпозиума по реологии, Реологическое общество им. Г.В.Виноградова, ФГБУН Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева РАН, МГУ им. М.В.Ломоносова. – Тверь, 2014. – С. 70

9. Цурко А.А. Государственный первичный эталон единицы вязкости жидкостей. / А.А.Демьянов, А.А.Цурко // Материалы 27 симпозиума по реологии, Реологическое общество им. Г.В.Виноградова, ФГБУН Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, МГУ им. М.В.Ломоносова. – Тверь, 2014. – С. 72-73.

10. Цурко А.А. Стандартные образцы для контроля метрологических характеристик средств измерений параметров нефти и нефтепродуктов. / А.А.Демьянов, А.А.Цурко //Сборник трудов Второй международной научной конференции «Стандартные образцы в измерениях и технологиях». – Екатеринбург, 2015. – С. 151.

11. Цурко А.А. Состояние метрологического обеспечения измерений вязкости. / А.А.Демьянов, А.А.Цурко //Сборник тезисов Третьей Всероссийской конференции «Метрология и стандартизация нефтегазовой отрасли - 2013». – СПб, 2013. – С. 44.

12. Цурко А.А. Проблемы метрологического обеспечения измерений вязкости. /А.А.Цурко //Сборник трудов VI Научно-практической конференции «Инновационные технологии и технические средства специального назначения - Специальные технологии для освоения глубин Мирового Океана». – СПб: БГТУ, 2013. – С. 104-106.

13. Masharipov, Sh.M., Ruzmatov, K.R., Rahmatullayev, S.A., ...Mahmudjonov, M.M., Isaqov, A.G. Assessment and investigation of measurement uncertainty of standard samples of substances and materials in physicochemical measurements based on standard test methods. Journal of Physics: Conference Series [this link is disabled](#), 2021, 2094(5), 052011

14. Mezger, T. G. The Rheology Handbook For User of Rotational and Oscillatory Rheometers / T. G. Mezger - Hannover: Vincentz Network, 2nd edition, 2006 - 298 p.

15. Tsurko, A. A. Supplementary comparisons of COOMET in the field of measurements of liquids kinematical viscosity COOMET.M.V-S1 / A. A. Demyanov, A. A. Tsurko // Metrologia, Volume 54, Technical Supplement, 2017.