

# СУЮҚЛИКЛАРНИНГ ҚОВУШҚОҚЛИГИНИ ЎЛЧАШ

Суюқликларнинг қовушқоқлигини ўлчаш саноатда ТЖАБТ ни жорий қилишда энг мураккаб муаммолардан биридир. Жараёнларнинг кўпчилиги дисперс тизимлар, суспензиялар, коллоид эритмалар ва пластик массаларни қайта ишлаш билан боғлиқ. Айрим маҳсулотлар сезгир элементга ёпишиб қолиб, ишлаб чиқариш жараёнида сезгир элементга таъсир этиб, улардан фойдаланишни қийинлаштириши мумкин.

Саноатда вискозиметрларнинг қўлланилиши қовушқоқликни ўлчаш услубларининг конструктив-техник камчиликлари ёки вискозиметрларнинг ўзича ишлатиш шароитларини яратиш қийинлиги сабабли жуда ҳам чеклангандир.

Саноатнинг бир қанча тармоқларида, масалан, сунъий толалар, синтетик смолалар, каучук эритмалари, бўёқлар, сурков мойлари ва бошқа маҳсулотлар ишлаб чиқаришда қовушқоқлик маҳсулот таркиби ва сифатини аниқловчи катталиқ ҳисобланади. Шунинг учун кўпгина ҳолларда қовушқоқликни автоматик тарзда узлуксиз ўлчаб туриш муҳим аҳамиятга эга бўлади.

Суюқликларнинг сирпаниш ёки силжишга қаршилиқ кўрсатиш хусусияти қовушқоқлик дейилади.

Берилган оқимда суюқлик икки қатламининг силжишида тангенциал куч вужудга келади. Шу куч Нютон қонунига кўра қуйидагича аниқланади:

$$F = \mu \cdot S \frac{dv}{dn}$$

бу ерда:  $F$  – силжиш кучи,  $N$ ;  $\mu$  — динамик қовушқоқлик ёки қовушқоқлик коэффициентини,  $Pa \cdot s$ ;  $S$  – ички ишқаланиш юзаси,  $m^2$ ;  $\frac{dv}{dn}$  – ҳаракатдаги қатлам қалинлиги бўйича тезлик градиенти (силжиш тезлиги),  $1/s$ ;  $v$  – қатлам оқимининг тезлиги,  $m/s$ ;  $n$  – ҳаракатдаги қатлам қалинлиги,  $m$ . (1) тенгламадан динамик қовушқоқликни аниқлаймиз:

$$\mu = \frac{F}{S \frac{dv}{dn}}, \quad (2)$$

СИ тизимида динамик қовушқоқлик бирлиги қилиб, Суюқлик оқимининг шундай қовушқоқлиги қабул қилинганки, бу оқимда  $1 \text{ Н/м}^2$  силжиш босими таъсирида чизиқли тезлигининг градиенти силжиш текислигига перпендикуляр бўлган  $1 \text{ м}$  масофада  $1 \text{ м/с}$  бўлади. Динамик қовушқоқликнинг бу бирлиги  $\text{Н с/м}^2$  ёки  $Pa \cdot s$ ; ўлчовга эга.

Амалда кўпинча динамик қовушқоқликнинг Суюқлик зичлиги  $\rho$  га бўлган нисбатида ифодаланувчи кинематик қовушқоқликдан фойдаланилади, яъни

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \quad (3)$$

Кинематик қовушқоқлик СИ да  $\text{м}^2/\text{с}$  ўлчовга эга. Қовушқоқлик амалда пуаз (П) ва сантипуаз (сП) бирликларида ўлчанади. Бу бирликлар СИ даги қовушқоқликнинг бирлиги билан қуйидагича боғланган:

$$1\text{P} = 0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s}; 1\text{sP} = 1\text{m Pa} \cdot \text{s}.$$

Нютон қонунига бўйсунувчи суюқликлар, яъни қовушқоқлиги жадал механик таъсирларга боғлиқ бўлмаган силжиш (сурилиш тезлигига чизиқли боғланиш)га эга суюқликлар *Нютон суюқликлари* дейилади. Агар бу боғланиш чизиқли бўлмаса, у ҳолда бундай суюқликлар *ноНютон суюқликлар* дейилади. Суюқликлар, эритмалар, пластик ва озиқ-овқат маҳсулотларининг асосий қисми ноНютон суюқликлар гуруҳига киради.

Капилляр вискозиметрлар. М.П. Воларовичнинг маълумотларига кўра, қовушқоқлик ўлчашнинг тахминан 80% и капиллар асбоблар билан ўтказилиб, улар назарий жиҳатидан энг кўп ишлаб чиқилган ва амалда тадбиқ қилинган.

Капиллар вискозиметрлар ўлчаш аниқлигининг юқорилиги, ўлчашнинг калта диапазони ва нисбатан соддалиги туфайли кенг тарқалган. Кейинги йилларда технологик жараённинг ўтишидаги қовушқокни автомалик тарзда назорат қилиш ва ростлашга мўлжалланган капиллар вискозиметрлар яратилди. Бу асбоблар нисбатан тоза ва бир жинсли суюқликлар қовушқоклигини назорат қилишда ишлатилади.

*Капиллар вискозиметрларнинг ишлаш принципи* Пуазейл капиллар найчасидан суюқликнинг оқиб чиқиш қонунига асосланган. Бу қонун қуйидагича ифодаланади:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^4}{\mu \cdot l} \Delta P \quad (4)$$

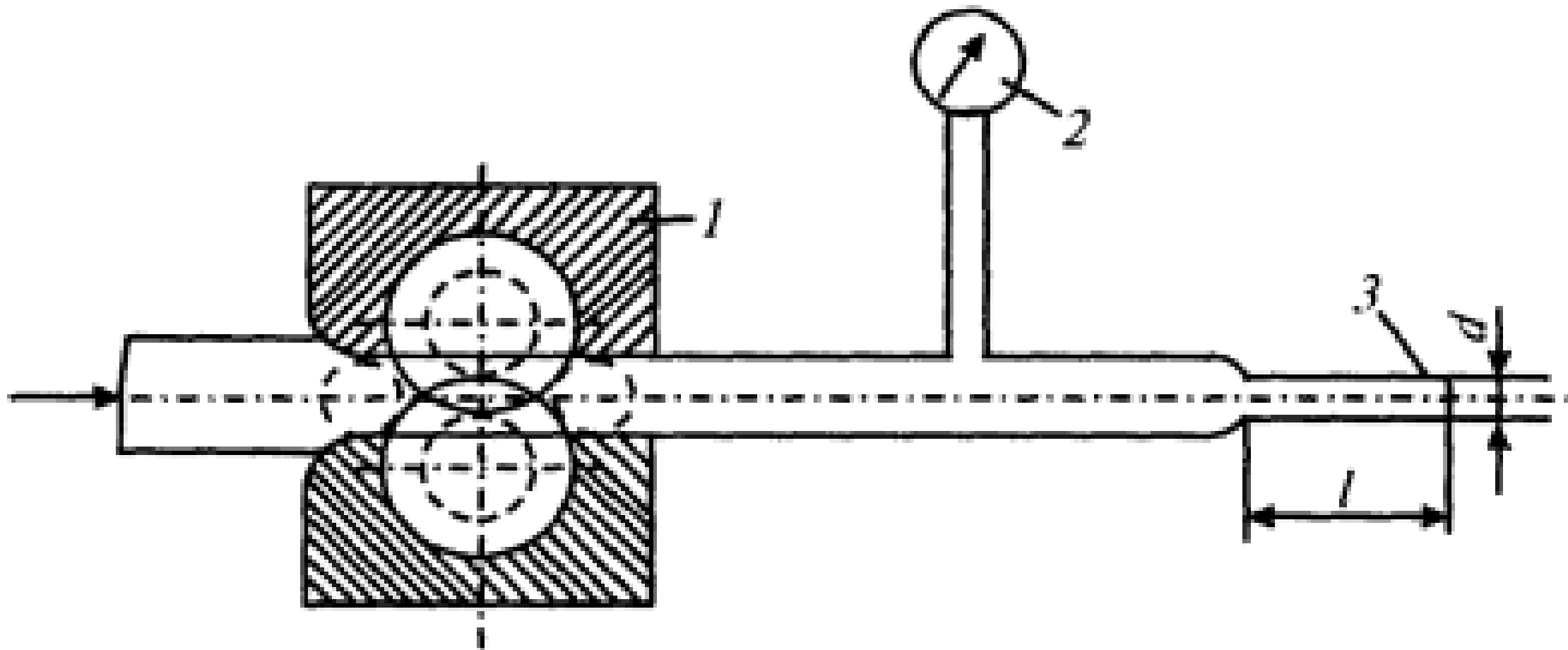
бу ерда:  $Q$  – найчадан оқиб чиқадиган суюқликнинг ҳажмий сарфи, м<sup>3</sup>/с;  $d$  – найча диаметри, мм;  $\mu$  – суюқликнинг динамик қовушқоклиги, Па · с,  $l$  – найчанинг узунлиги, м;  $\Delta P$  – найча учларидаги босимлар фарқи. Па.

Агар  $Q$ ,  $d$ ,  $l$  катталикларнинг қиймати доимий бўлса. Қовушқокликни аниқловчи ифода қуйидаги кўринишга ктлади:

$$M = K \cdot \Delta P \quad (5)$$

Шундай қилиб, суюқлик қовушқоқлигини ўлчаш суюқлик ўтадиган капилляр найча учларидаги босимлар фарқини ўлчашдан иборат. Бу ерда, суюқликнинг юмалоқ кесими тирқишлардан оқиб чиқиши оғирлик кучи босими ёки ташқи босим таъсирида содир бўлиши мумкин. Капиллар вискозиметрлар икки катта гуруҳга бўлинади: лаборатория вискозиметрлари ва автоматик ишлайдиган вискозиметрлар. Кейинги вискозиметрларга босим остида суюқлик оқиб чиқадиган ва эркин оқиб чиқадиган асбоблар киради. Суюқлик эркин оқиб чиқадиган асбоблар, ўз навбатида, икки турга: сатҳ ўзгарадиган ва ўзгармайдиган асбобларга бўлинади.

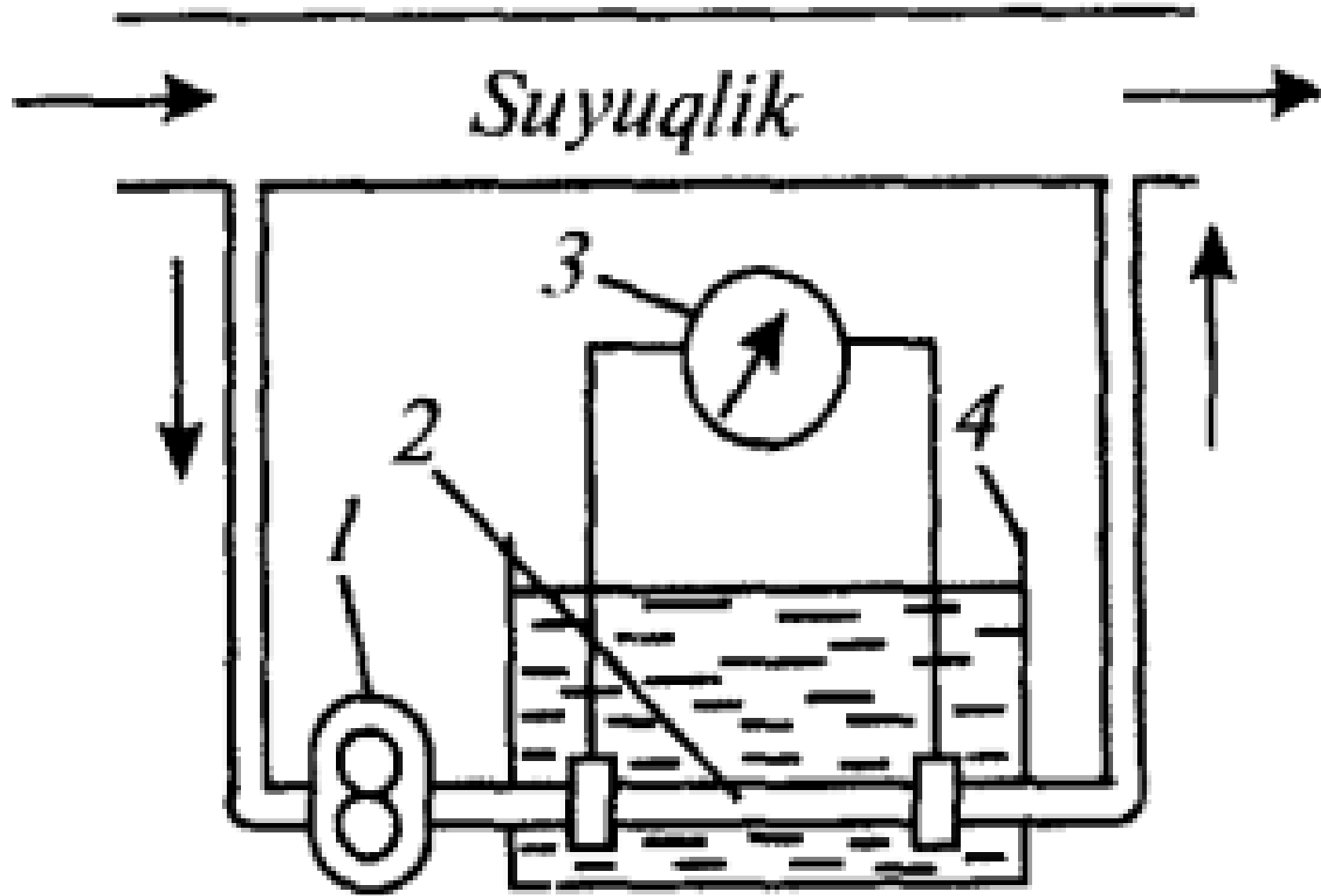
1-расмда капиллар вискозиметр схемаси келтирилган. Шестернали насос 1 таҳлил қилинаётган суюқликнинг мутлақо доимий миқдорини капиллар найча 3 га узатади. Капиллар найчанинг кириши ва чиқишидаги босимлар фарқи сезгир дифманометр 2 орқали ўлчанади. Дифманометрнинг шкаласи қовушқоқлик бирлигида даражаланади. Капиллар найчанинг диаметри  $d$  ва узунлиги  $l$  ўлчаш чегаралари ва ўлчанаётган суюқлик турига қараб танланади. Ўзгармас ҳароратни таъминлаш учун вискозиметр найчаси, одатда, ҳароратни автоматик ростловчи термостатга уланади. Капиллар вискозиметрнинг ўлчаш чегаралари 0,001... 10 Па·с лаборатория асбобларида ўлчаш хатолиги  $\pm 3...5\%$ .



1-рaсм. Капилляр вискозиметр.



2-расмда автоматик капиллар вискозиметрнинг тузилиши биров ўзгарган принципиал схемаси келтирилган. Назорат қилинаётган суюқлик ўзгармас сарф билан дозаловчи насос 1 ёрдамида капиллар найча 2 орқали сўриб олинади. Найчадаги босимнинг пасайиши дифманометр 3 билан ўлчанади, унинг шкаласи қовушқоқлик бирликларида даражаланган. Вискозиметр термостат 4 га ўрнатилган. Одатда, асбоб диаметри ва узунлиги турлича бўлган капилларлар комплекти билан таъминланган бўлади. Капилларнинг диаметри ва узунлиги ўлчаш чегараларига қараб танланади.

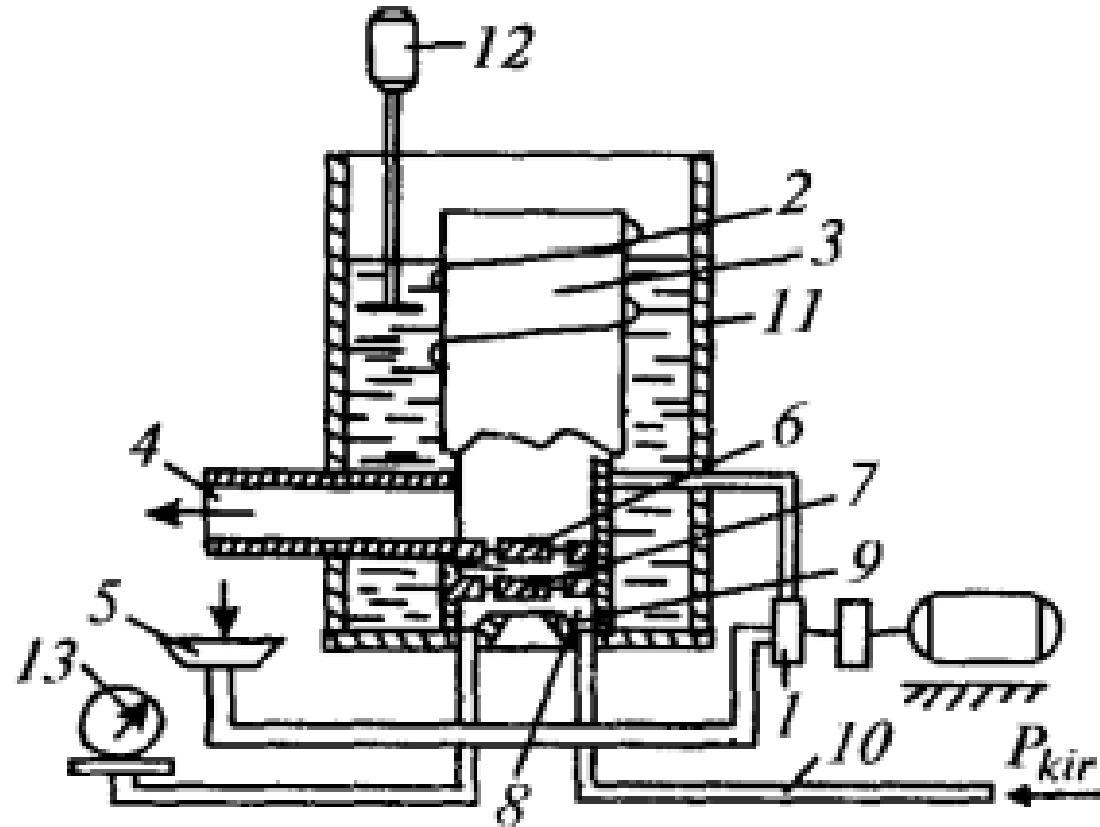


2-расм. Автоматик капилар вискозимер.

Ишлаш принципи ўз оғирлиги таъсирида суюқ маҳсулотларнинг оқиб чиқишига асосланган вискозиметрлар энг кўп тарқалган. Уларнинг асосий қисми датчик бўлиб, у пастки томонидан калибрланган найча билан тугайдиган сиғимдан иборат. Сиғимга узлуксиз равишда суюқлик берилади, унинг сарфи доимо бир хилда сақлаб турилади. Сиғимдаги суюқлик сатҳи унинг қовушқоқлигига мутаносиб равишда ўзгаради. Сатҳни ўлчаб, қовушқоқликнинг қиймати топилади. Бу асбобларнинг бошқа турларида, аксинча, суюқлик сатҳи бир хилда ушлаб турилади, лекин қовушқоқликка билвосита боғлиқ бўлган бошқа параметр (масалан, Суюқлик сарфи, капилларнинг силжиши, капилларнинг диаметри ёки узунлиги ва ҳоказо) ўлчанади. Биринчи тур асбоблар ўзгарувчан сатҳли вискозиметрлар деб, иккинчи тур асбоблар эса ўзгармас сатҳли вискозиметрлар деб аталади.

Ўзбекистон олимлари томонидан томонидан суюқ маҳсулотларнинг эркин оқиб чиқишига асосланган пневматик ва электрик вискозиметрларнинг ҳар хил турлари яратилган. Эркин оқиб чиқишга асосланган вискозиметрлардан ўзгарувчан сатҳли асбоблар кенг қўланилмоқда.

3-расмда мембранали пневматик вискозиметрнинг схемаси келтирилган. Текшириладиган суюқлик насос-дозатор 1 ёрдамида сўриб олинади ва иссиқлик алмашгич 2 орқали цилиндрик идиш 3 га ҳайдалади, у ердан капиллар 4 орқали сиғим 5 га оқиб чиқади.



3-расм. Мембранали пневматик вискозиметр.

Капиллар 4 идиш 3 нинг ён деворида жойлашган бўлиб, гидравлик камера 7 нинг юқориги мембранаси 6 шу идишнинг туби бўлиб хизмат қилади. Гидравлик камера остида чиқариш сопласи 9 билан пневматик камера 8 жойлашган. Ҳаво пневматик камерага маълум 0,14 МПа босим билан доимий равишда дроссел 10 орқали берилади. Асбоб аралаштиргичли двигател 12 билан таъминланган термостат 11 да жойлашган.

Текширилаётган суюқликнинг қовушқоқлиги ўзгарганда унинг идиш 3 даги сатҳи ўзгаради. Бунинг натижасида гидравлик камеранинг юқориги мембранаси эгилади ва у, ўз навбатида, қопқоқ вазифасини бажарувчи мембрана 6 ни эгилишга мажбур этади. Натижада сопо 9 нинг очилиш ёки ёпилиш даражасини ўзгартиради, бу сопо пневматик камера 8 ни атмосфера билан туташтириб туради, камера 8 да ҳаво босими ўзгаради ва бу ўзгариш ўлчаш асбоби 13 ёрдамида ўлчанади. Унинг шкаласи бевосита кинематик қовушқоқлик бирликларида даражаланган.

Statik xarakteristikaning shakli va tikligi sezgir elementning tuzilishiga, materialga va haroratga bogliq. Sezgir elementlarning elastiklik holati kuch bo'yicha qattiqlik koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi:

$$K_F = \frac{F}{h} = \frac{P \cdot S_E}{h}$$

bu yerda:  $F$ ,  $S_E$  - mos ravishda elastik sezgir elementga ta'sir etadigan kuch va elementning foydali yuzi;  $h$  — sezgir element erkin uchining siljishi.

Prujinali asboblarning afzalligi ularning soddaligi, ishonchliligi, universalligi, ixchamligi va o'lchanayotgan kattaliklarning katta diapazonidan iborat.

**Naychasimon prujinali asboblarning ishlash prinsipi** o'lchanayotgan bosimning elastik deformatsiya kuchi bilan muvozanatlashuviga asoslangan. Aylana yoyi bo'yicha bukilgan elliptik yoki yassi oval kesimli naychasimon prujina ichidagi ortiqcha bosim yoki siyraklanishning o'zgarishi natijasida o'zining bukilishini o'zgartiradi (3- rasm, *a*).

## ELEKTR ASBOBLAR

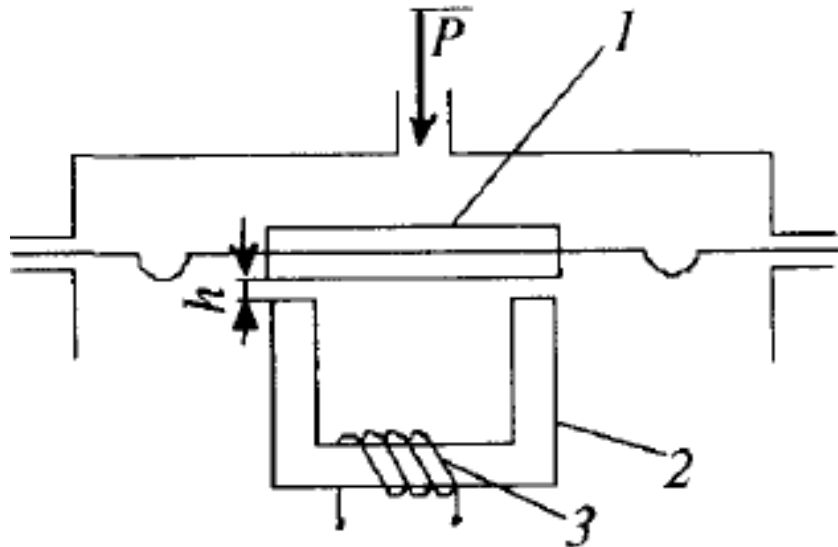
**Elektr asboblarning** ishlash prinsipi bosimni u bilan funksional bog‘liq bo‘lgan biror elektr kattalikka bevosita yoki bilvosita o‘zgartirishga asoslangan. Bularga induktiv, sig‘imli, qarshilikli, pyezoelektr va boshqamanometrlar kiradi.

Bosim o‘lchashning eng ko‘p tarqalgan vositalari kuch kompensatsiyasi asosida qurilgan asboblar hisoblanadi. Biroq ular harorat xatoligi, tez ta’sirchanligi, gabarit o‘lchamlari va massasi bo‘yicha ancha mukammal induktiv, sigimli, tenzorezistorli, pyezoelektrik o‘zgartkichlardan orqada qoladi. Bundan tashqari, kuch kompensatsiyali o‘zgartkichlarning va pishangli tizimlarning tuzilishida harakatlanuvchi qismlarning bolishi o‘lchash vositalarining zarbga chidamliligiga qo‘yiladigan zamonaviy talablarning qondirilishini qiyinlashtiradi.

Hozir mikroelementli texnikani keng joriy qilish hamda konstruktiv yechimlarni takomillashtirish asosida yuqorida qarab chiqilgan bosimni o‘lchashning an’anaviy vositalari yanada zamonaviy kompleks qurilmalar bilan siqib chiqarilmoqda. Bu albatta, turli tarmoqlarda TJABT ni yaratishda shart va talablarning turli-tumanligi sababli avval ishlab chiqarilgan bosimni o‘lchash o‘zgartkichlaridan (BO‘O‘) foydalanishdan to‘la voz kechish kerakligini anglatmaydi.

**Induktiv asboblarning** ishlash prinsipi g'altak induktivligining tashqi bosim ta'siridan o'zgarishiga asoslangan. 4-rasmda induktiv o'zgartiruvchi element bilan jihozlangan bosimni o'lchash o'zgartkichining sxemasi ko'rsatilgan. Bosimni qabul qiluvchi membrana 1 o'ramli elektromagnit 2 ning harakatlanuvchi yakori hisoblanadi.

Oichanayotgan bosim ta'sirida membrana siljiydi, bu induktiv o'zgartkichli elementning elektr qarashiligini o'zgartiradi. Agar g'altakning aktiv qarshiligi, magnit oqimlari hisobga olinmasa va o'zakda yo'qotilsa, o'zgartkich elementning  $L$  induktivligini quyidagi tenglama bo'yicha aniqlash mumkin:



**4- rasm.** Induktiv manometr sxemasi.



*ЭЪТИБОРЛАРИНГИЗ  
УЧУН РАХМАТ*