

СУЮҚЛИК САРФИНИ ЎЛЧОВЧИ ҲАЛҚАСИМОН КАНАЛЛИ ЭЛЕКТРОМАГНИТ ЎЗГАРТИРГИЧЛАРДА ПАЙДО БЎЛАДИГАН ХАЛАҚИТ СИГНАЛЛАРИ ВА УЛАРНИ КАМАЙТИРИШ УСУЛЛАРИ

Амиров Султон Файзуллаевич – Тошкент давлат транспорт университети “Темир йўллар электр таъминоти” кафедраси мудирини профессор Тошкент Ўзбекистон, **Атауллаев Аминжон Одилевич** - Навоий давлат кончилиги институтини “Электр энергетикаси” кафедрасини в.б. доценти Навоий Ўзбекистон

Аннотация. Суюқлик оқимида босим, хусусан ёпиқ сув таъминоти тизимлари қувурларида босим асосан, насослар ёрдамида ҳосил қилинади ва одатда, сув сарфи пульсацияланиб туради. Бундай ностационар ва пульсацияланувчи суюқлик оқими сарфларини ўлчашда қўлланиладиган электромагнит ўзгартиргичлар кичик инерцияга ва юқори динамик аниқликка эга бўлиши лозим. Бундай ҳолатларда суюқлик сарфини ўлчовчи электромагнит ўзгартиргичлар частотавий характеристикалари уларнинг асосий параметрлари ҳисобланади. Айтиб ўтиш жоизки, пульсацияланувчи суюқлик оқимлари сарфини ўлчашда қўлланиладиган ўзгартиргичлар кўрсаткичлари оқим тезликларининг тақсимланиш профили ўзгаришига боғлиқ бўлмалиги керак, акс ҳолда қўшимча ўлчаш хатоликлари юзага келади. Назорат қилинаётган ва бошқарилаётган технологик жараёнлардаги ностационар ва пульсацияланувчи суюқлик оқимлари сарфларини ўлчашда, қўлланилади.

Калит сўзлар: Электромагнит ўзгартиргич, ҳалқасимон канал, магнит занжирлари, концентрик ферромагнит ўзаклар, магнит оқими, магнит индукцияси, математик модель, тақсимланган параметр, сочилма магнит оқимлари, профил, суюқлик оқимлари.

Аннотация. Давление в потоке жидкости, особенно в трубах замкнутых систем водоснабжения, создается в основном насосами, и поток воды обычно пульсирует. Электромагнитные преобразователи, используемые для измерения таких нестационарных и пульсирующих расходов жидкости, должны иметь низкую инерцию и высокую динамическую точность. В таких случаях частотные характеристики электромагнитных преобразователей, измеряющих расход жидкости, являются их основными параметрами. Следует отметить, что производительность преобразователей, используемых для измерения расхода пульсирующих жидкостей, не должна зависеть от изменения профиля распределения скоростей потока, иначе возникнут дополнительные ошибки измерения. Он используется для измерения нестационарных и пульсирующих расходов жидкости в контролируемых и контролируемых технологических процессах.

Ключевые слова: Электромагнитный преобразователь расхода, математическая модель, статическая характеристика, кольцевой канал, активная зона, весовая функция, трубопровод, расход, магнитная система, датчик, поток воды.

Electromagnetic transducers used to measure such nonstationary and pulsating fluid flow rates must have low inertia and high dynamic accuracy. In such cases, the frequency characteristics of electromagnetic transducers that measure fluid flow are their main parameters. It should be noted that the performance of the converters used to measure the flow rate of pulsating fluids should not depend on the change in the distribution profile of the flow velocities, otherwise additional measurement errors will occur. It is used in measuring non-stationary and pulsating fluid flow rates in controlled and controlled technological processes.

Key words: Electromagnetic flow sensor, mathematical model, static characteristic, the annular channel, the core, the weight function, electromagnetic flow transducer, mathematical model, static characteristic, annular channel, core, weighting function, pipeline, flow rate, magnetic system, sensor, water flow.

Электродларни ҳаракатланаётган суюқлик билан контакт зонасида мураккаб электрокинемий, электрокинетик ва бошқа турдаги жараёнлар юз беради [5]. Буларнинг натижасида электродларда маълум қийматли электр потенциал пайдо бўлади. Электродлардаги ушбу потенциал магнит майдони, суюқлик ҳарорати, босими, концентрацияси, фаза ва ионлар таркиби ҳамда электродлар айрим участкалари ўртасидаги электрокинемий қутбланиш каби вақт бўйича ўзгарувчан сабабларга боғлиқ бўлади. Ушбу омиллар ўлчаш асбоби фойдалани (суюқлик сарфини баҳоловчи ахборот маълумотини ташувчи) сигналга халақит (“помеха”) берувчи сигналларни пайдо бўлишига сабаб бўлади [1, 7].

Барча халақитлар иккита гуруҳга ажратилиши мумкин (1- расм) [3].

Биринчи гуруҳ халақитлар магнит майдони иштирокида юзага келади. Улар мультипликатив характерга эга бўлиб, суюқлик оқимининг флуктуациялари ва сарфи ўлчанаётган муҳитнинг дисперсланиши натижасида пайдо бўлади. Иккинчи гуруҳ халақитлар ташқи омил(манба)лардан юзага келиб, улар аддитив характерга эга бўлади.

Биринчи гуруҳ халақитлари қуйидаги ифода билан аниқланади [5]:

$$U_x = \int_V W \operatorname{div}[\mathbf{v}_f(t)\mathbf{B}]dV + \int_V W \frac{\partial \ln \sigma(t)}{\partial r} [\mathbf{v}\mathbf{B}]dV + \int_S \frac{\partial \ln \sigma(t)}{\partial r} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} dS \quad (1)$$

бу ерда V – қувур ишчи ҳажми; W – ҳажмий улуш (“весовая”) функцияси; $\mathbf{v}_f(t)$ – суюқлик оқим флуктуацияси вектори; $\sigma(t)$ - ўлчанаётган муҳит

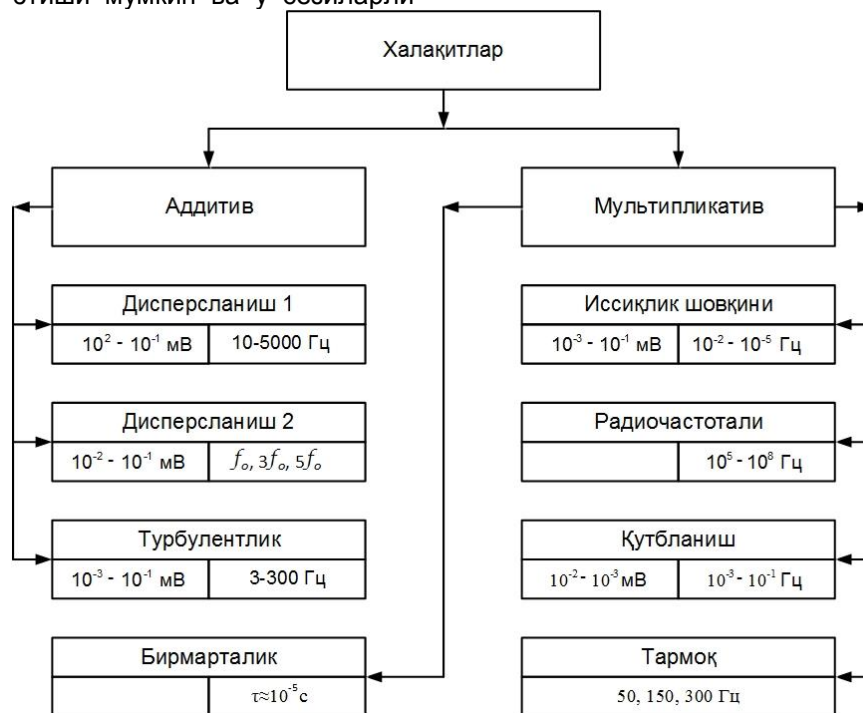
электр ўтказувчанлиги; B – магнит майдони индукцияси вектори; r – радиус-вектор; S – электродлар жойлашган канал кесим юзаси.

$$\begin{cases} \nabla(-c\nabla u - \alpha u + \gamma) + \beta\nabla u + \alpha u = f \\ n(c\nabla u + \alpha u - \gamma) + qu = g - h^T \chi \\ hu = r \end{cases} \quad (2)$$

(2) тенглама ўнг томонидаги биринчи ҳад суюқликдаги турбулент пульсацияси ҳисобига юза келадиган сигнални тавсифлайди, ундаги иккинчи ва учинчи ҳадлар эса суюқлик муҳити дисперсланиши туфайли пайдо бўладиган синфазали ва квадратурали халақитларни аналитик тасвирлайди. Суюқлик оқими турбулентцияси натижасида юзага келадиган йирик масштабли пульсациялар асосий частоталарининг спектри $3 \div 10^3$ Гц диапазонга тўғри келади. Унинг амплитудаси фойдали сигнал амплитудасининг (2-12) % ини ташкил этиши мумкин ва у сезиларли

даражада Рейнольдс сони(Re)га боғлиқ бўлади. Ўлчанаётган муҳитдаги турли хил аралашмалар туфайли пайдо бўладиган халақит сигналларининг частотавий спектри суюқликдаги қаттиқ заррачалар, газ пуфакчаларининг сони ва ўлчамлари ҳамда уларнинг ҳаракат тезлигига боғлиқ бўлади. Ушбу халақит сигналнинг амплитудаси фойдали сигнал амплитудасининг (5 – 10)% ини, частота диапазони эса $1 \div 5 \cdot 10^3$ Гц ни ташкил этади.

Бундан ташқари, мультипликатив характерли халақит сигналлари қуйидаги омиллар туфайли юзага келади: - манба занжиридаги ток амплитудаси флуктуациялари; - магнит майдони флуктуациялари; - электрон асбоблардаги электр шовқинлар.



1-расм. Халақитлар таснифи (классификацияси)

Иккинчи гуруҳ халақитларига магнит майдонига боғлиқ бўлмаган ҳолда пайдо бўладиган сигналлар киради [7]. Улардан энг сезиларлиси – бу электродлар қутбланиши натижасида пайдо бўладиган кучланишдир. Ушбу кучланиш қуйидаги электрохимёвий реакциялар туфайли юзага келади:

-электрод кристалл панжараси ионлари билан суюқликдаги худди шундай ионлар ўртасида мувозанат ўрнатилиши; - суюқлик ионлари қайта зарядланиши жараёнидаги оксидланиш-қайтариллиш реакциялари; - электроднинг оксидланган металл қатлами(қобиғи)да мувозанат юзага келиши; - электродларда водород ва кислород газ пуфакчалари пайдо бўлиши ва ҳоказо.

“Электрод – суюқлик” чегарасида қуйидаги мураккаб электрохимёвий жараёнлар кечади: электрод эриши натижасида ўзидаги мусбат ионларни суюқликка беради. Ўз навбатида суюқлик ионлари электродларда разрядланади.

Электростатик кучлар натижасида суюқликни электродларга ёпишиб турган юпқа қатламларида электр зарядлар пайдо бўлади. Ушбу қатламлар электрод юзаси билан бирга иккиланган электр қатламини ҳосил қилади. Электрод юзаси зарядланган конденсаторга ўхшайди: электрод юзаси сифимининг қиймати электрод миқдорига суюқлик ҳарорати ва сифимига боғлиқ равишда 0,01 дан 0,8 мкФ/мм² гача бўлади [5].

Иккиланган электр қатламининг пайдо бўлиши натижасида электрод ва суюқлик ўртасида қиймати (0,05-0,7) В оралиғида бўлган потенциаллар фарқи юзага келади [5].

Одатда иккала электрод ҳам битта материалдан ясалади. Электрод билан суюқлик ўртасидаги потенциал ўзгариши (сакраши) иккала чегарада ўзаро қарама-қарши йўналганлиги боис бир-бирини компенсациялайди. Аммо электродлар кимёвий таркиби жиҳатидан бир хил эмаслиги ва уларга



механик ишлов бериш пайтида юзага келадиган деформациялар, юзасида адсорбция натижасида молекулалар пайдо бўлиши, оксидланган юқа қатламлар ва ифлосланишлар пайдо бўлиши оқибатида электродлар ўртасидаги халақит кучланиши ўнлаб милливольтни ташкил қилиши ва у фойдали кучланишдан бир неча марта ортиб кетиши ҳам мумкин .

Суюқликнинг қувур актив зонасидаги ҳаракати иккиланган электр қатламда баъзи бир ўзгаришларга сабаб бўлади. Чунончи, электродлар юзасидан энг узоқда жойлашган ва улар билан сусти боғланган иккиланган қатлам ионлари суюқлик оқими билан қўшилиб оқиб кетади. Айрим ҳолларда, иккиланган электр қатлам суюқлик оқими томонидан тез-тез бўзилиб туради. Бу жараён хаотик равишда юз беради ва ўлчаш занжиридаги кучланиш флуктуацияси(ўйнаши)га сабаб бўлади. Агар ҳар бир электродни суюқлик оқими томонидан ювиб ўтилиш шароитлари ёки электродлар турли хил бўлса, у ҳолда электродлар орасидаги хусусий потенциаллар фарқи суюқлик тезлигига боғлиқ равишда ўзгаради. Суюқлик ҳаракати пайтида унинг электродлар потенциалларига таъсир этувчи концентрацияси, ҳарорати ва босими ўзгариб туради.

Шундай қилиб, қўбланиш сигнали қуйидаги иккита ташкил этувчига эга: 1) ионлар ҳаракатига боғлиқ бўлган паст частотали ташкил этувчиси; 2) частота спектри суюқлик оқими турбулент пульсацияси частота спектрига мос бўлган юқори частотали ташкил этувчиси.

Қўбланиш жараёни у ёки бу даражада ионлар ҳаракати билан кузатилганлиги боис, унинг частота спектри жуда паст бўлиб 10^{-3} Гц дан 10 Гц гача чегарада бўлади.

Электродлар қабул қилиб оладиган ташқи электр сигналларига қуйидагилар киради: - турли хилдаги индустриал халақитлар, шу жумладан 50 Гц ва унга каррали бўлган частотали саноат манбаларидан пайдо бўладиган халақит сигналлари; - ердаги дайди тоқлар; - бир маротабалик импульслар; - суюқлик ва ўлчаш схемалари киришидаги иссиқлик шовқинлари; - электродлар иссиқлик ЭЮК.

Электродлар орасидаги суюқлик оқими, электродларни ўлчаш схемаларига уловчи алоқа линияси ва ўлчаш занжири кириш қаршилигининг юзаси S га тенг бўлган контурни ташкил этади. Ушбу контурни ўзгарувчан магнит майдони куч чизиқлари кесиб ўтиши натижасида унда қуйидаги ифода билан аниқланувчи халақит ЭЮКи индукцияланади:

$$U_n = \oint_l E d\vec{s} = -\frac{\partial}{\partial t} \oint_l B d\vec{l}, \quad (3)$$

бу ерда E - электр майдони кучланганлиги; l – S юзани чегаралаб турган берк контур.

Идеал ҳолатда фойдали кучланиш ва “трансформатор” халақит кучланиши орасидаги фаза силжиш бурчаги 90° ни ташкил этади. Аммо амалда қўзғатиш чулғамидаги магнит майдони частотаси ва суюқлик оқими ҳароратининг ўзгариши натижасида суюқлик электр ўтказувчанлиги тасодифий равишда ўзгариши юқоридаги фаза

силжиш бурчагини 90° дан фарқ қилишига олиб келади. Шунинг учун ҳам стандарт компенсациялаш усуллари етарли даражада самара бермайди. Бундай ҳолатларда юқорида қайд этиб ўтилган тасодифий ўзгарувчи омилларни нол сигнал мутадиллигига салбий таъсирини бутунлай бартараф этадиган ёки камайтирадиган ечимларни топиш керак бўлади.

Трансформатор халақит кучланишини суюқлик сарфин ўлчовчи электромагнит ўзгартиргичлар фойдали сигналга таъсирини камайтиришнинг қуйидаги усуллари мавжуд: 1) бирламчи ўзгартиргич конструкцияси симметриясини таъминлаш; 2) ўзгартиргич деталларини яшаш ва йиғиш аниқлигини ошириш; 3) импульсли қўзғатиш магнит майдонидан фойдаланиш; 4) сигналларга қайта ишлов бериш алгоритмини танлаш ва ҳоказо.

Ташқи халақитлар суюқлик ва ўлчаш схемаси кириш каскадидаги иссиқлик шовқинлари ҳисобидан ҳам пайдо бўлади. Бу шовқинлар катталиги ўлчанаётган муҳит физик хоссалари, ўлчаш занжири элементлари ва ҳароратга боғлиқ бўлади. суюқлик сарфин ўлчовчи электромагнит ўзгартиргичлар электродлари орасидаги суюқликнинг электр қаршилиги унинг электр ўтказувчанлигига ва электродлар ўлчамларига боғлиқ бўлиб, $(10^3 \div 10^5)$ Ом ва ундан ҳам катта қийматни ташкил этиши мумкин. Қаршилиқнинг бу қийматларида шовқинлар фойдали сигналга сезиларли даражада таъсир кўрсатади. Унинг таъсирини частота полосаси тор бўлган ўлчаш тизимини қўллаб камайтириш мумкин. Ўлчаш асбоби частота полосаси 1 Гц бўлганда шовқин катталиги 1мкВ атрофида бўлади. Айтиш жоизки, ўлчаш асбоби частотавий характеристикасини торайтириш унинг динамик характеристикаларини ёмонлашишига олиб келади. Бу ҳолат эса уни нобарқарор ёки пульсацияланувчи суюқлик оқимлари сарфини ўлчашда қўллаш имкониятини чеклаб қўяди.

Айтиб ўтиш жоизки, юқорида қайд этиб ўтилган халақитларнинг бараварига пайдо бўлиш эҳтимоли ҳақиқатдан узоқроқ. Одатда, халақитлар таркиби ва қиймати суюқлик сарфин ўлчовчи электромагнит ўзгартиргичнинг ишлаш шароити, конструктив хусусиятлари, тури ва ўлчамларига сезиларли даражада боғлиқ бўлади.

Халақитларни кескин камайтириш мақсадида электрониканинг замонавий элемент базасидан фойдаланиш ва фойдали сигнални турли хил табиатли электромагнит халақитлардан ажратишни таъминловчи алгоритмлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлади [6; 8, 9]. Халақитлар таъсирини камайтириш мақсадида иккиламчи ўлчаш ўзгартиргичи имкон қадар кичик ўлчамли этиб ясалади ва бевосита бирламчи ўлчаш ўзгартиргичида жойлаштирилади. Суюқлик оқими кинематик структураси ва фазавий таркибининг қувур ўқиға нисбатан симметриясини таъминлаш мақсадида сарф ўлчавчи қувурнинг вертикал жойлашган қисмига ўрнатилиши тавсия этилади.

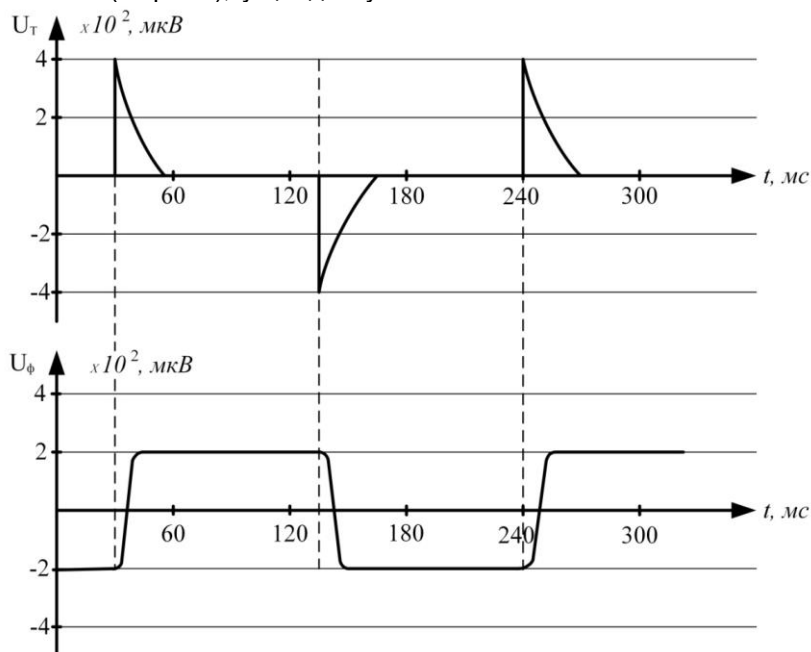
Халақитларни камайтириш мақсадида импульсли паст $(0,5 \div 5)$ Гц) частотали монополяр ёки биполяр

магнит майдонидан кенг фойдаланилади (2- расм) [5].

Трансформатор характердаги халақит сигнали халақитлар ичида энг сезиларлиси ҳисобланади [10].

Суюқлик сарфин ўлчовчи электромагнит ўзгартиргич иккиламчи ўзгартиргичи киришига сигнал бирламчи ўзгартиргич сигнаlining трансформатор (U_T) ва фойдали (U_Φ) ташкил этувчилари йиғиндиси кўринишида узатилади. Агар ўлчаш жараёни U_Φ ташкил этувчи импульсининг тахминан ўртасида бошланса (2- расм), у ҳолда бу

пайтда U_T ташкил этувчи ўлчаш жараёнида бутунлай иштирок этмайди. U_T ни фойдали сигнал таркибидан чиқариб ташлаш алгоритмининг асосий ғояси шундан иборат. Электродлардан олинаётган импульсининг бошланиш қисмига тўғри келадиган пайтида U_T халақит сигнали мавжуд бўлади. Бу алгоритмда U_T қиймати қанча кичик бўлса, магнит майдони импульси кенглигини шунча тор (қисқа) танлаш мумкин бўлади. Бу эса сарф ўлчагич динамик характеристикаларини яхшиланишига олиб келади.



2- расм. ССЎ бирламчи ўлчаш ўзгартиргичи сигнаlining трансформатор (U_T) ва фойдали (U_Φ) ташкил этувчилари вақт диаграммалари

Электродлардан олинаётган сигнал қиймати жуда кичик бўлиб у доимо кучайтиришни талаб этади. Бунда сигнал кучайтирилганда унинг U_T ва U_Φ ташкил этувчиларининг вақт диаграммасида жойлашиш ўрни ўзгармаслигини таъминлаш лозим бўлади. Бу талаб сигналга дастлабки ишлов бериш жараёнидаги асосий шарт ҳисобланади, яъни сигнал амплитудаси керакли даражада оширилиши, шакли эса ўзгармасдан қолиши талаб этилади.

Бунинг учун сигналга аналог ишлов бериш (ўзгартириш) жараёнида уни шаклини бузувчи реактив элементлар (сиғим ва индуктив элементлар, филтрлар ва бошқа частотага боғлиқ бўлган бошқа элементлар) иштирок этмаслиги лозим. Агар ўлчаш ва унинг натижаларига дастлабки ишлов бериш трактига реактив элементлар, масалан RC - филтрдан фойдаланилса, у ҳолда сигнал таркибидаги халақит сигналлари вақт диаграммасининг ўлчаш амалга ошириладиган участкасига кириб қолиши ва ўлчаш натижасига салбий тасир кўрсатиши мумкин.

Бу алгоритмнинг афзалликларидан яна бири шундан иборатки, ноль сигнаlining коррекция қилишга эҳтиёж қолмайди ҳамда жуда кичик ва қарама-қарши йўналишдаги суюқлик оқими сарфларини ўлчаш имконияти юзага келади [9, 11].

Ифлосланган суюқликлар, суспензия(заррали эритма)лар ва қўяқалар(суюлтирилган ер жинслари) сарфини ўлчашда “Yokogawa” (Япония) фирмаси иккиланган частотали магнит майдонидан фойдаланишни тавсия этган [11]. Бундай сарф ўлчагичларда магнит майдон 75 ва 6 Гц ли иккита ташкил этувчидан иборат бўлиб, уларнинг чиқиш сигнаliga паст частотали шовқин электрокимёвий реакциялар, юқори ёпишқоқлик ва (ёки) паст электр ўтказувчанликка эга бўлган суюқликлар ҳисобидан юзага келадиган паст частотали шовқин таъсир этмайди.

Электродлар юзасига пайдо бўладиган қўшимча қатламлардан пайдо бўладиган шовқин электродлардаги электрокимёвий потенциал жуда секин ўзгарганлиги боис паст частотали бўлади. Бу шовқин вақт доимийси катта бўлган паст частотали филтр ёрдамида бартараф этилади [5].

Суюқлик сарфин ўлчовчи электромагнит ўзгартиргичларга бағишланган монографиялар, патентлар ва илмий мақолалар таҳлили шуни кўрсатадики, ноль сигнаlining номутадиллиги ушбу русумдаги ўзгартиргичлар хатолигининг асосий ташкил этувчиларидан биридир [5].

Ноль сигнаlining номутадиллиги асосан ЭМУ халақит сигнаlining номутадиллиги ҳисобидан



юзага келади ва унга сарфи ўлчанаётган суюқликнинг физик хоссалари (ҳарорати, босими, электр ўтказувчанлиги, кимёвий таркиби ва бошқалар) ҳамда ташқи муҳит ҳарорати таъсир кўрсатади [5].

Суюқлик сарфин ўлчовчи электромагнит ўзгартиргич чиқиш сигнали аналитик кўринишда куйидаги ифодаланиши мумкин:

$$\dot{U} = U_0(t, T, B) + k(t, T, B, m, n, \dots) I_h, \quad (4)$$

бу ерда t, T, B - ноль сигнали b номуносаблигига таъсир кўрсатувчи мос равишда суюқлик ва ташқи муҳит ҳарорати, магнит майдони индукцияси; m, n - таъсир қилувчи бошқа омиллар; k - пропорционаллик коэффициенти (ўзгартиргич сезгирлиги); I_h - суюқликнинг ҳажмий сарфи.

Ноль сигнали номуносаблиги U_0 га таъсир кўрсатувчи омиллар ички ва ташқи омилларга бўлинади. Ички омилларга ўзгартиргич магнит тизими магнит майдони билан боғлиқ бўлган омилларни келтириш мумкин. Ташқи омилларга эса ташқи магнит ва электр майдонларига боғлиқ бўлган омилларни киритиш мумкин. Аксарият ҳолларда ички омиллар ҳисобидан юзага келадиган ноль сигнал номуносаблиги асосий ҳисобланади.

Электромагнит ўзгартиргич магнит тизими кўзгатиш чўлғами синусоидал ток ёки кучланиш манбаидан таъминланганда ноль сигнали ўзгартиргич фойдали сигнаliga нисбатан фаза жиҳатдан исталган бурчакка силжиган бўлиши мумкин. Шунинг учун ҳам халақит сигнали фойдали сигналга нисбатан куйидаги иккита ташкил этувчига ажратилиб ўрганилади: 1) фойдали сигналга нисбатан фаза жиҳатдан квадратурада бўлган ташкил этувчи; 2) фойдали сигналга нисбатан синфазали (фаза жиҳатдан мос бўлган) ташкил этувчи.

Ноль номуносаблигининг асосий манбаларидан бири магнит тизими магнит майдонининг электродлар ва унга яқин суюқлик қатламида ҳосил қилган уярмавий электр майдони билан электродлар номуносадил иккиланган электр қатламининг ўзаро таъсиридир. Агар ҳалқасимон каналли қувурдаги магнит майдони индукцияси B тенг ўлчовли бўлиб, чет эффе́ктлар таъсир этмаётган бўлса, у ҳолда электродлар яқинида пайдо бўладиган ва қувур ўқи бўйлаб йўналган уярмавий электр майдони кучланганлиги максимал қийматга эга бўлади:

$$E_y = E_{max} = \omega B \delta, \quad (5)$$

бунда ω – магнит майдони индукциясининг бурчак частотаси, δ - ҳалқасимон канал кенглиги. Суюқлик сарфин ўлчовчи ҳалқасимон каналли электромагнит ўзгартиргич сезгирлиги $S = Bl$ (l - ҳалқасимон канал бўйлаб электродлар орасидаги масофа) эканлигини ҳисобга олиб

$$U_{э.чик}(p) = R_{э2} I_{эR2}(p), \quad (6)$$

формулани куйидагича ёзиш мумкин:

$$E_y = E_m = \omega \frac{S}{l} \delta \quad (7)$$

Уярмавий электр майдонининг ўзгартиргич ноль сигнали мутади́ллигига таъсирини ҳалқасимон

канал электр занжирининг 3- расмда келтирилган алмашлаш схемаси ёрдамида тушунтириш мумкин [4].

Таҳлилни соддалаштириш мақсадида уярмавий электр майдони схемада кучланиш манбалари $U_{y1} - U_{y4}$, билан алмаштирилган. Суюқлик сарфин ўлчовчи ҳалқасимон каналли электромагнит ўзгартиргич конструкцияси ва 3- расмда келтирилган алмашлаш схема тўла симметрик бўлганда, яъни $R_{эл1} = R_{эл2} = R_{эл3} = R_{эл4}$; $R_{и.к.1} = R_{и.к.2} = R_{и.к.3} = R_{и.к.4}$; $C_{и.к.1} = C_{и.к.2} = C_{и.к.3} = C_{и.к.4}$, $U_{y1} = U_{y2} = U_{y3} = U_{y4}$ шарт бажарилса, ўзгартиргич чиқиш сигнали таркибида халақит сигналлари бўлмайди. Агар суюқликнинг электродларга яқин қатламида носимметрия юзага келса, у ҳолда ўзгартиргич чиқиш сигнали таркибида у билан синфазали ва квадратурали халақит сигналлари пайдо бўлади.

3- расмдаги алмашлаш схемаси таҳлили шуни кўрсатадики, халақит кучланиши фойдали кучланишга нисбатан исталган фаза силжиш бурчаги остида жойлашиши мумкин. Халақит кучланиши амплитудаси ва фазаси ўлчанаётган суюқлик ҳарорати, босими, электр ўтказувчанлиги ва кимёвий таркибига боғлиқлиги тасодифий кўринишга эга. Халақит кучланишининг синфазали ташкил этувчиси бир неча ўн мкВ га етиши мумкин [5]. ССЎ ҲК ЭМУ сезгирлиги $1,5(\text{мВ} \cdot \text{с})/\text{м}$ ва суюқлик оқими тезлигининг ўзгариш диапазони $(0 \div 1,5)$ м/с бўлганда ўзгартиргичнинг келтирилган ўлчаш хатолиги $2,0 \div 5,0\%$ га етади.

Уярмавий электр майдонини суюқлик сарфин ўлчовчи ҳалқасимон каналли электромагнит ўзгартиргич ноль сигнали мутади́ллигига таъсирини камайтириш усуллари 3- расмдаги алмашлаш схемаси таҳлилидан келиб чиқади ва улар иккита гуруҳга бўлинади (4- расм):

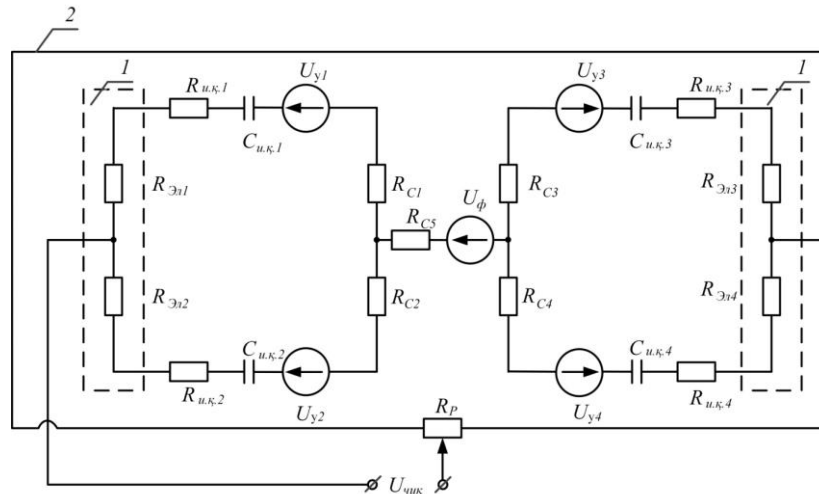
1) Электродлар яқинида уярмавий электр майдонини камайтириш; 2) Электродларни уярмавий электр майдонига нисбатан сезувчанлигини камайтириш.

4- расмда қайд этилган усулларнинг қиёсий таҳлили шуни кўрсатадики, электродлар ишчи юзасини магнит экранлари ёрдамида ҳимоялаш энг самарали усул бўлиб, унинг натижасида ноль сигнал номуносаблиги ўн баробардан кўп камаяди.

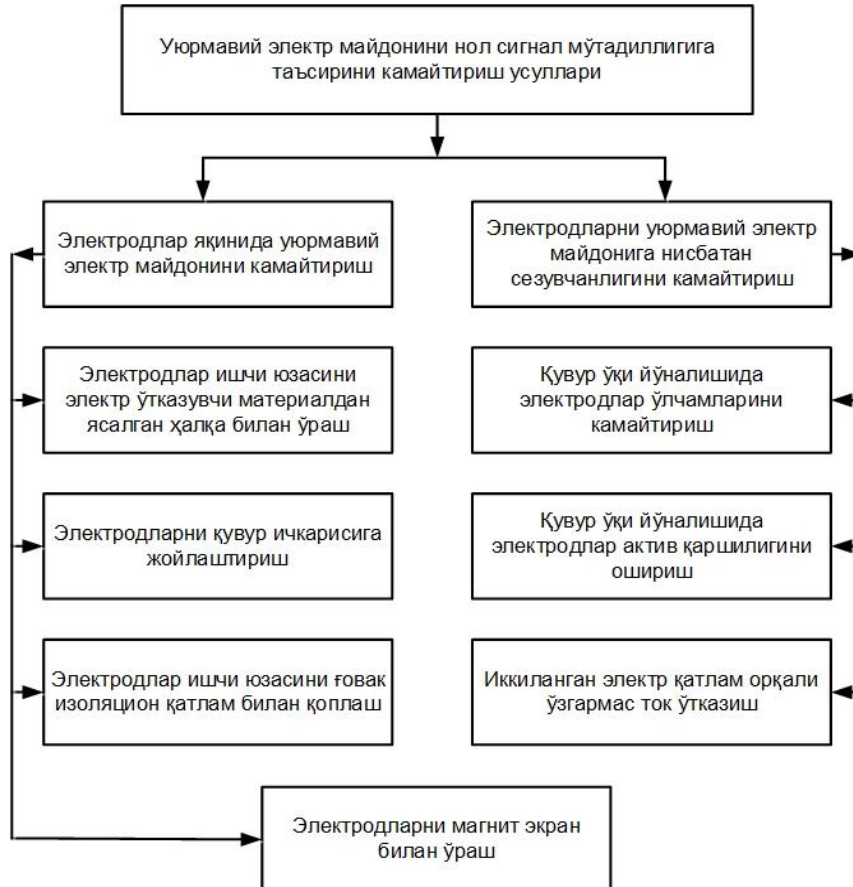
Ўзгартиргич ноль сигнали номуносаблигининг яна бир ички омили - бу ҳалқасимон монолит ферромагнит ўзакларда ва ўзгартиргичнинг бошқа металл элементларида пайдо бўладиган уярмавий тоқлардир. Бу тоқлар таъсирида ҳалқасимон ишчи каналдаги магнит майдони индукцияси вектори кўзгатувчи чулғам токи векторидан маълум бурчакка орқада қолади.

Ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатадики [7, 11], юқорида қайд этилган векторлар орасидаги фаза силжиш бурчаги мутади́л бўлганда иккиланган электр қатламга уярмавий электр майдонининг таъсири натижасида электродлар орасидаги кучланиш ўзгариши халақит сигналининг синфазали ташкил этувчисининг ўзгаришига олиб келмайди.

Юқорида қайд этилган фаза силжиш бурчаги ўзгарганда (масалан, суюқлик ёки атроф муҳит ҳороратининг ўзгариши натижасида ҳалқасимон ферромагнит ўзак материалнинг электр ва магнит хоссалари ўзгариши ҳисобидан) халақит сигналининг синфазали ташкил этувчиси ўзгаришига сабабчи бўлади ҳамда бу ўзгариш электромагнит ўзгартиргич ноль сигналининг 5% гача номўтадиллигига олиб келади.



3- расм. Суюқлик сарфин ўлчовчи ҳалқасимон каналли электромагнит ўзгартиргич актив зонаси электр занжирининг алмашлаш схемаси: 1 – электродлар; 2 – компенсация контури; U_{ϕ} – фойдали сигнал кучланиши; $R_{\text{Э}1} - R_{\text{Э}4}$ – электродлар тегишли участкаларининг қаршиликлари; $R_{\text{и.к.}1} - R_{\text{и.к.}4}$, $C_{\text{и.к.}1} - C_{\text{и.к.}4}$ – иккиланган электр қатламга тегишли участкаларнинг қаршиликлари; $R_{C1} - R_{C5}$ – суюқлик тегишли участкаларининг қаршиликлари; $U_{y1} - U_{y4}$ – уярмавий электр майдонини тавсифловчи манбалар кучланишлари.



4- расм. Суюқлик сарфин ўлчовчи ҳалқасимон каналли электромагнит ўзгартиргич уярмавий электр майдонини ўзгартиргич ноль сигнали мўтадиллигига таъсирини камайтириш усуллари.



Уюрмавий тоқларни ноль сигнали мўтадиллиги таъсирини камайтириш мақсадида компенсация контуридан кенг фойдаланилади (3- расм) Ушбу контур электродлар орасидаги кучланиш фазасини компенсация контури кучланиши фазасига мос келишини таъминлайди ва натижада халақит сигналининг синфазали ташкил этувчиси юзага келишини олдини олади.

Шундай қилиб, магнит майдонида боғлиқ бўлган “трансформатор” ва магнит майдонида боғлиқ бўлмаган “қутбланиш” халақит сигналлари яратилган суюқлик сарфин ўлчовчи ҳалқасимон каналли электромагнит ўзгартиргичларда пайдо бўладиган халақит сигналлари орасида энг сезиларлилари ҳисобланади. Ушбу халақит сигналларининг пайдо бўлиш сабаблари ва уларни бартараф этиш усуллари таҳлили шуни кўрсатдики, уларни камайтиришнинг энг самарали усули – бу ўлчашларни паст ($0,5 \div 5$ Гц) частотали магнит майдонида амалга оширишдир.

Адабиётлар рўхати:

[1] Амиров С.Ф., Атауллаев А.О. Исследование помех электромагнитных датчиков расхода с кольцевыми каналами. «Химическая технология. Контроль и управление». - Ташкент, 2012, № 4.

[2] Амиров С.Ф., Атауллаев А.О., Жумабаев С.Х. Суюқлик сарфини ўлчовчи ҳалқасимон каналли электромагнит ўзгартиргичлар магнит занжирларининг математик моделлари// ТошТЙМИ Хабарномаси – Тошкент, 2019. – № 2.

[3] Атауллаев А.О. Исследование помех электромагнитных датчиков расхода с кольцевыми каналами. Материалы международной научно-технической конференции «Современные технологии в горно-металлургической отрасли». Навои, 14-16 мая 2013.

[4] Атауллаев А.О. Исследование помех электромагнитных датчиков. Материалы IX международной научно-технической конференции «Достижения, проблемы и современные тенденции развития горно-металлургического комплекса». Навои, 12-14 июня, 2017.

[5] Вельт И.Д., Михайлова Ю.В. Измерение расхода и уровня электропроводных жидкостей: монография. Издательство «LAMBERT Academic Publishing» (Германия), 2018.

[6] Муралёв А.Б. Усилители-формирователи импульсов для ВЭПС различных модификаций образца 2001 года// Сб. материалов 12-ой международной научно-практической конференции. С-Петербург, 2002.

[7] Полищук Е.С. и др. Средства и методы измерения неэлектрической величины: Учебник/Под. ред. проф. Е.С. Полищука. – «Бескид-Бт», 2008.

[8] Руководство по эксплуатации расходомер-счетчик электромагнитный ВЗЛЕТ ЭР. Россия, Санкт-Петербург. 2015.

[9] Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ: Гувоҳнома № DGU 05488 от 03.07.2018. «Программа для синтеза оптимальной коррекции по входному сигналу следящей системы». Авторы: Атауллаев Азизжон О., Эргашев Ф.А., Атауллаев Аминжон О., Уринов Ш.Р. // Официальный бюллетень. Агентство по интеллектуальной собственности РУз. 2018.

[10] Сухомлинов Г.Л., Чернышев В.А., Севостьянов С.С. Контрольно-измерительная система объемного расхода жидкости на основе микропроцессора M I 821BM85A/Измерительная техника. 2004, №3.

[11] Технические характеристики Integrated two-wire electromagnetic flowmeter seriya «YOKOGAWA» Япония. 2008.