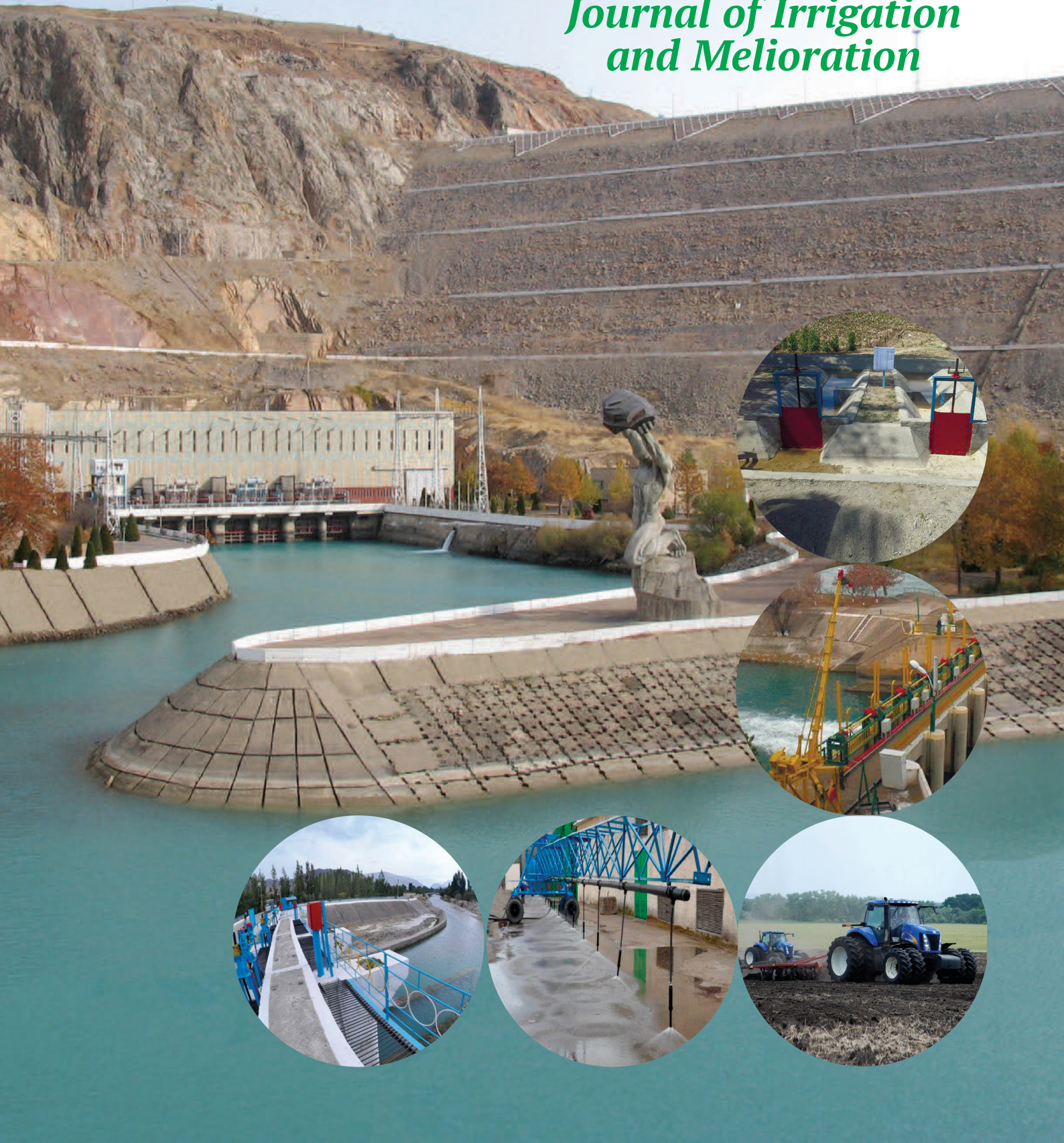


# IRRIGATSIYA va MELIORATSIYA

№3(33).2023

*Journal of Irrigation  
and Melioration*



## ИРРИГАЦИЯ ВА МЕЛИОРАЦИЯ

*З.Масалиева, А.Х.Каримов*

Модернизация оросительных систем и потоки виртуальной воды .....6

*Б.К.Салиев, Э.И.Бердиёров, Р.Р.Тураханов*

Проблемы изучения параметров мелиоративного режима агроландшафтов.....12

## ГИДРОТЕХНИКА ИНШОТЛАРИ ВА НАСОС СТАНЦИЯЛАР

*М.Р.Бакиев, Х.Х.Хасанов*

Определение ёмкости калкминского селеводохранилища с использованием геостатистического анализа.....18

*А.М.Арифжанов, Л.Н.Самиев, Қ.С.Улашов*

Suv ombori kosasida hosil bo'lgan to'lg'nlarni qirg'oq qiyaligiga ta'sirini baholash.....26

## ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ МЕХАНИЗАЦИЯЛАШ

*Б.Худаяров, У.Кузиев*

Ясси дискнинг агрегатни тўғри чизикли барқарор ҳаракатига таъсири.....31

*Р.М.Мирсаатов, С.Б.Худойбергандов*

Тут ипак қурти пиллаларининг сифат кўрсаткичларини аниқлаш қурилмаси .....36

*О.Э.Хакбердиев, Ш.Т.Саломов, Й.А.Мухаммадов*

Вўза парваришда қатор ораларига ишлов бериш.....41

## ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИНИ ЭЛЕКТРЛАШТИРИШ ВА АВТОМАТЛАШТИРИШ

*Р.И.Каландаров, Н.Ш.Шарифов, А.З.Найитов*

Avtomatlashtirish ob'kti sifatida donni qayta ishlash mashinalarining diagnostikasi.....47

*Р.Ж.Баратов, Я.Э.Чўллийев, Б.К.Уснатдинов*

Насос агрегатларида кавитациянинг электр энергия истеъмолига таъсири.....53

*А.Ш.Арифжанов, А.А.Абдуганиев, А.М.Ниғматов*

Автоматизация управления режимами орошения сельскохозяйственных культур.....58

## СУВ ХЎЖАЛИГИ СОҲАСИ УЧУН КАДРЛАР ТАЙЁРЛАШ

*Z.K.Ismailova*

Factors for the gradual implementation and development of mediacompetition in students in technical higher education institutions.....64

*D.I.Muqimova, S.B.Yarova, Z.I.Temirova*

Talabalarni ilmiy izlanishlarga jalb qilish yo'llari.....75

## НАСОС АГРЕГАТЛАРИДА КАВИТАЦИЯНИНГ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИСТЕЪМОЛИГА ТАЪСИРИ

*Р.Ж.Баратов – т.ф.н., доцент, Я.Э.Чўлчиев – PhD, Б.К.Уснатдинов – ассистент, “Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти” Миллий тадқиқот университети*

### Аннотация

Ушбу мақолада насос агрегатларида кавитация ҳосил бўлиш сабаблари ва электр энергия истеъмолига таъсирини таш-хислаш тизимини ишлаб чиқиш бўйича назарий ва экспериментал тадқиқотлар натижалари келтирилган. Кавитацияни ўлчашда ўта кичик сизимни ўлчаш датчигидан фойдаланиш самарали бўлиб, ўлчаш аниқлиги юқори ва нархи арзон бўлган ўлчаш ва назорат қилишнинг техник характеристикаси келтирилган.

**Калит сўзлар:** насос, пуфакча, бошқариш, кавитация, ўлчаш, интеллектуал ўлчаш тизими, датчик, микроконтроллер, статик босим, конденсатор.

## ВЛИЯНИЕ КАВИТАЦИИ В НАСОСНЫХ АГРЕГАТАХ НА ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

*Р.Ж.Баратов – к.т.н., доцент, Я.Э.Чулчиев – PhD, Б.К.Уснатдинов – ассистент, Национальный исследовательский университет «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства»*

### Аннотация

В данной статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по разработке системы диагностики и причин возникновения кавитации в насосных агрегатах. При кавитационных измерениях, представлены технические характеристики измерения и контроля эффективности с высокой точности измерения и низкой стоимости с использованием сверхмалых датчиков измерения емкости.

**Ключевые слова:** насос, пузырьки, управление, кавитация, измерение, интеллектуальная измерительная система, статическое давление, конденсатор.

## INFLUENCE OF CAVITATION ON THE CONSUMPTION OF ELECTRIC ENERGY IN PUMPING STATIONS AND AGGREGATES

*R.J.Baratov – associate professor, Ya. E. Chulliev – PhD, B.K.Usnatdinov-assistant, National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers"*

### Abstract

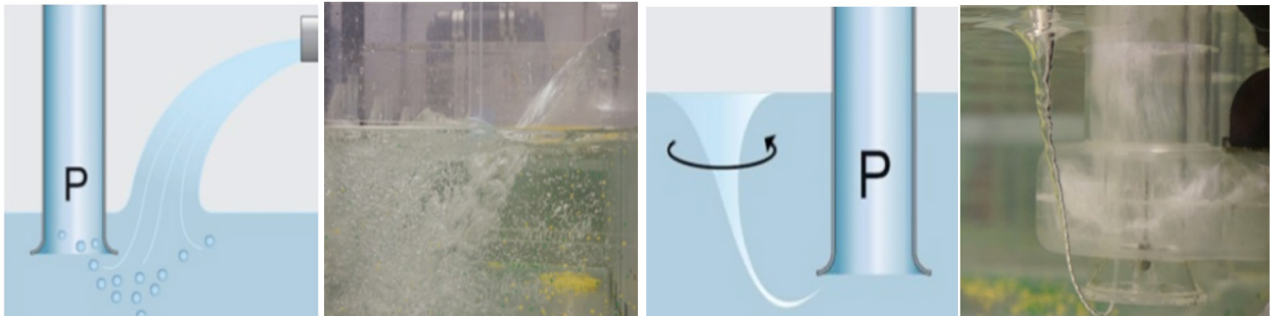
This study presents the results of theoretical and experimental research on the development of a system for prediction of the causes the causes of cavitation in pumping units. In cavitation measurements, technical specifications are presented for measuring and controlling efficiency with high measurement accuracy and low cost using ultra-small capacitance sensors.

**Key words:** bubble, pump, control, cavitation, measurement, smart measurement system, sensor, static pressure, capacitor, block diagram.

**К**ириш. Ўзбекистоннинг суғориладиган ерларининг 60 фоизига яқини насос станциялари ёрдамида суғорилиб, ушбу тизимда 43 та йирик, 1600 дан ортиқ ўрта ва 30000 дан ортиқ кичик насос станциялари мавжуд ва уларнинг йиллик сув узатиши 60 млрд. м<sup>3</sup> дан ортиқни ташкил этмоқда. Насос станциялари томонидан истеъмоли қилинаётган йиллик электр энергия миқдори 8–10 млрд. кВт×соатни ташкил қилиб, мамлакатимизда жами ишлаб чиқарилаётган электр энергиянинг 23 фоизига етмоқда. Насос станцияларининг энергия самарадорлигини ошириш ва улардан фойдаланиш харажатларини камайтириш, шунингдек, насосларнинг фойдали иш коэффициентини ошириш муаммони чуқур таҳлил этиш ва илмий тадқиқот ўтказиш, янги ўлчаш ва информацион техник воситалардан фойдаланишни тақозо этмоқда. Юқорида қайд этилган муаммоларни

ижобий ҳал этишда насос станцияларида ҳар хил физик табиатга эга бўлган катталарни ўлчаш ва назорат қилишнинг (электр, магнит, механик, гидравлик ва ҳ.к.) интеллектуал датчикларининг автоном электр манбаидан таъминланадиган янги авлодини ишлаб чиқиш заруриятини пайдо қилмоқда [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Суғориш тизимларида фойдаланаётган катта қувватли насос агрегатларида электр энергия истеъмолининг ортиши ва фойдали иш коэффициентининг пасайишига олиб келадиган асосий сабаблардан бири бу кавитация жараёнидир. Насос агрегатларида сувнинг статик босими сувнинг буғланиш босимидан кичик бўлганда сувда ҳажми унчалик катта бўлмаган шар шаклидаги қуйидаги 1-расмда келтирилган сингари пуфаклар пайдо бўлади [1, 5, 6, 13].



1-расм. Кавитация жараёнида ҳосил бўладиган пуфаклар

Бундай пуфаклар ҳосил бўлиш ҳодисаси кавитация дейилади. Насос камераси ичида пайдо бўлган бундай пуфаклар катта босим остида насос парракларига ёки камеранинг ички қисмига урилиб ёрилиши оқибатида зарб тўлқини ҳосил бўлади. Зарб тўлқинлари катта энергияга эга бўлганлиги сабабли металлнинг юза қисмини емиради ва насос парракларининг тезда ишдан чиқишига сабаб бўлади [12, 14, 20].

Кавитация жараёнининг пайдо бўлишини олдиндан ташхислаш жуда мураккаб техник масала ҳисобланади. Шунинг учун ҳозирги вақтда кавитацияни ўлчаш ва назорат қилиш тизимларини ишлаб чиқишда кавитация оқибатида юзага келадиган физик ҳодисалар, жумладан, шовқин, вибрация ва насос камерасида температуранинг ўзгариши каби параметрларни ўлчаш орқали ўлчаш амалга оширилмоқда. Ҳозирги кунда шундай кавитация оқибатларида юзага келадиган физик жараёнларни ўлчаш орқали кавитацияни ташхислашнинг бир қанча усуллари мавжуд [7, 8, 9, 10, 11].

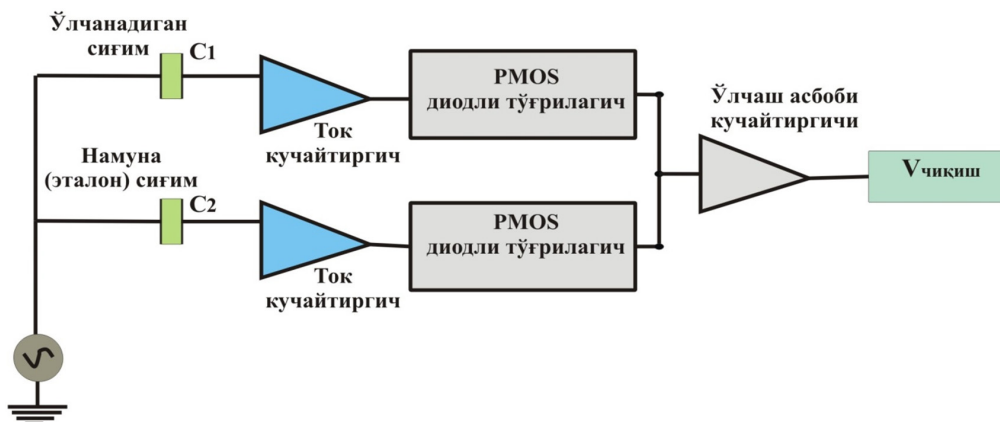
Аммо бундай усуллар орқали кавитация жараёнини ўлчаш ва назорат қилиш самарасиз бўлиб ушбу усуллар кавитация оқибатида юзага келадиган парракларнинг емирилиш даврини камайтира олмайди.

**Материаллар ва услублар.** Бугунги микроэлектроника, сунъий интеллект ва информацион технологиялар ривожланган даврда ўлчаш ва

назорат тизимларини интеллектуаллаштириш ва микроконтроллерлардан фойдаланиш ушбу соҳада кенг имкониятлар яратилмоқда. Шунинг учун муаллифлар томонидан насос агрегатларда кавитация ҳосил бўлиш сабабини ўлчаш ва назорат қилишнинг интеллектуал тизими ишлаб чиқилган ва баъзи бир экспериментлар ўтказилган [1, 2, 3, 6, 19].

Насос агрегатларида кавитация ҳосил бўлиш жараёнида тегишли юзада пуфакчалар пайдо бўла бошлайди ва бундай кичик ўлчамга эга бўлган пуфакчалар миқдорини аниқлашнинг энг самарали усулидан бири сиғимли датчиклардан фойдаланиш ҳисобланади [3, 5, 6, 15, 16].

Аммо кавитацияни ўлчашда ҳосил бўладиган сиғим қиймати жуда кичик бўлиб қувур ўлчамига боғлиқ равишда бир неча 10pF дан бир неча 100pF гача бўлиш мумкин. Бундай кичик сиғимни мавжуд бўлган ўлчаш асбобларида ўлчашнинг имкони йўқ. Шунинг учун муаллифлар томонидан замонавий микроконтроллер имкониятларидан фойдаланган ҳолда кичик сиғимларни ўлчаш схемаси ишлаб чиқилган бўлиб интеллектуал ўлчаш ва назорат тизимини ишлаб чиқишда асос бўлмоқда. Қуйидаги 2-расмда кичик сиғимларни ўлчашнинг юқори рухсат этилган қиймат ва чизиқли статик характеристикага эга бўлган датчикнинг структура схемаси келтирилган.



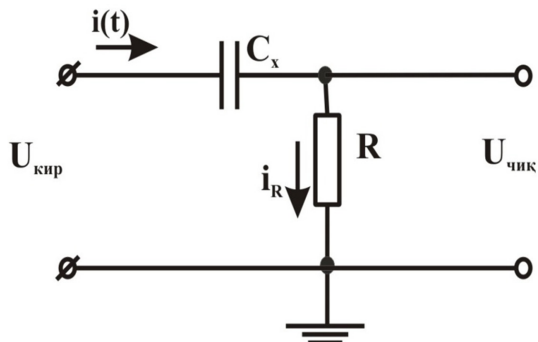
2-расм. Юқори рухсат этилган қиймат ва чизиқли характеристикага эга сиғимли датчикнинг структура схемаси

Ушбу структура схемада ўлчанадиган сиғим  $C_1$  ва намуна сиғим  $C_2$  конденсаторларнинг битта электроди умумий бўлиб унга манбадан бир хил кучланиш берилади. Конденсаторларнинг бошқа электродлари эса ток

кучайтиргичларига уланади. Ток кучайтиргичларининг чиқиш сигналлари эса PMOS диодли тўғрилагичларга узатилади ва ўзгармас токка ўзгартирилади. Ўзгармас токка ўзгартиришда PMOS диодининг ҳосил қиладиган

шовқини кам бўлганлиги сабабли шундай диоддан фойдаланилади [3, 4, 17, 18].

Ташқи сезгир элементнинг электр схемаси оддий дифференциалловчи схемадан иборат бўлиб унинг схемаси 3-расмда келтирилган.



3-расм. RC дифференциалловчи схема

Ушбу дифференциалловчи электр занжининг чиқиш сигнали кучланиш қуйидагига тенг:

$$U_{\text{чик}} = R \cdot i_R = R \cdot C_x \frac{dU_{\text{кир}}}{dt} \quad (1)$$

Шунинг учун интеллектуал ўлчаш ва назорат қилиш тизими сезгир элементи чиқиш сигнаlining вақт бўйича ўзгариш графиклари қуйидаги 4-расмда келтирилган кўринишда бўлади.

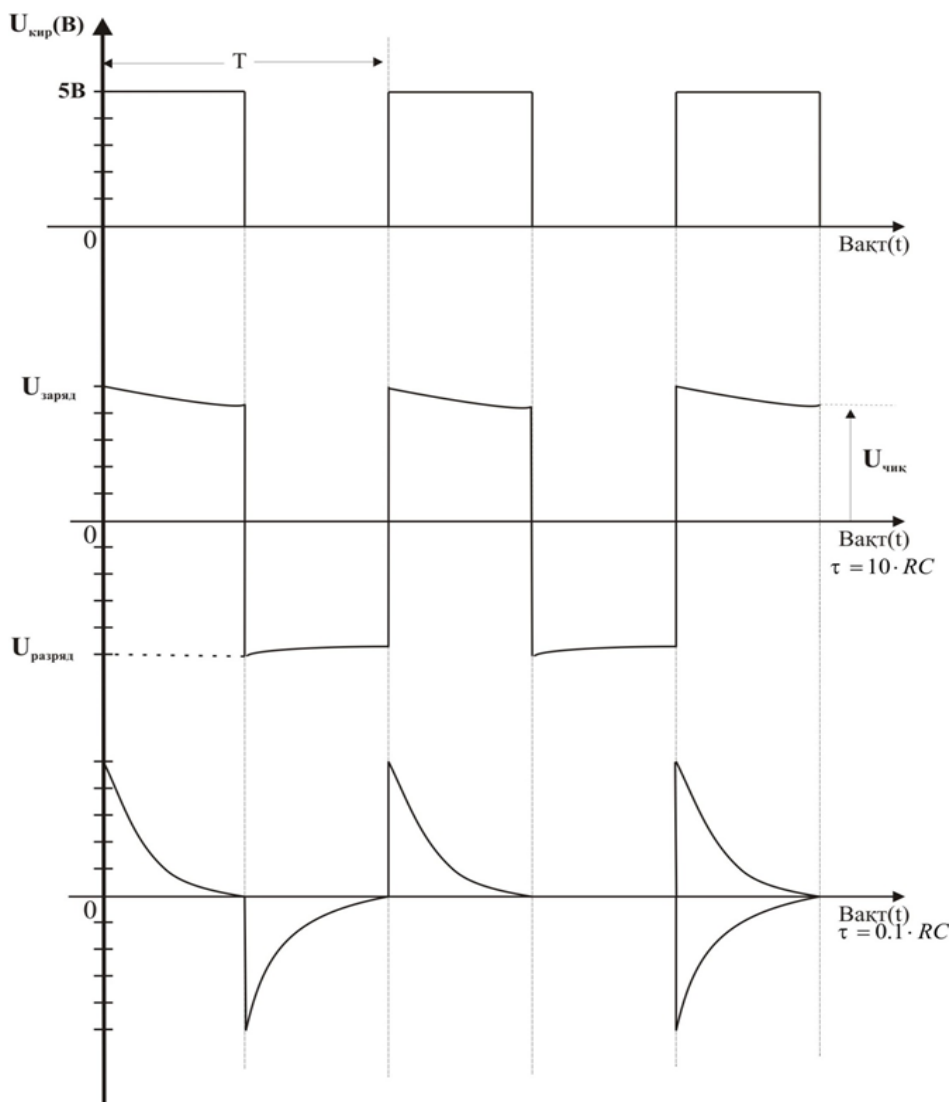
Экспериментал тадқиқотлар ўтказишда дифференциаллаш схемаси тўғри бурчакли импульсли 16 МГц частотали манбадан қўзғатилди.

Юқорида келтирилган (1) ифодадан маълумки, дифференциаллаш схемасининг чиқиш сигнали конденсатор сиғими  $C_x$  га тўғри пропорционал. Шунинг учун конденсатор сиғимини Гаусс қонунига биноан қуйидагича ёзамиз:

$$\epsilon_a \oint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q}{\epsilon_a \cdot S} \quad (2)$$

Бу ерда  $E$  – электр майдон кучланганлиги, (В/м),  $\epsilon_a$  – абсолют электр сингдирувчанлик,  $S$  – юза ( $m^2$ ),  $Q$  – электр заряд, (Кл).

Ушбу формулада кавитация туфайли ҳаво пуфакчаси



4-расм. RC дифференциалловчи схеманинг чиқиш сигнали

пайдо бўлиши қувурдаги сув-ҳаво нисбатини ўзгартиради ва уни инобатга олиш учун биз қуйидагича коэффициент киритамиз:

$$k = \frac{V_h}{V} \quad (3)$$

Ушбу коэффициентни инобатга олган ҳолда сезгир элементнинг сиғимини топамиз:

$$C = \frac{\pi \cdot (R+a) \cdot \epsilon_0 \cdot [k \cdot \epsilon_h + \epsilon_s (1-k)] \cdot l}{d + 2(R+a) \cdot \sin \varphi} \quad (4)$$

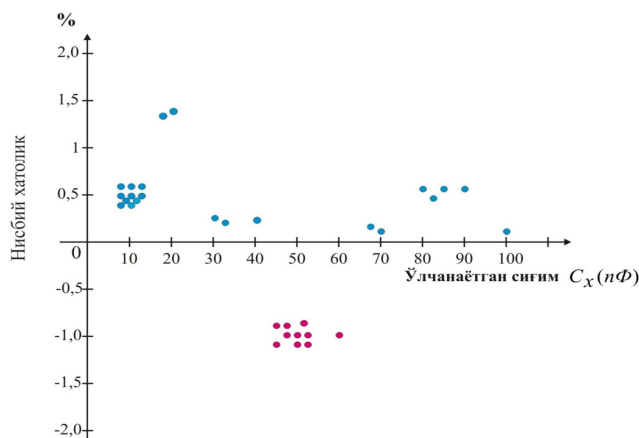
Бу ерда  $R$  – ярим цилиндрдан иборат конденсатор пластинкаси радиуси (м),  $l$  – конденсатор пластинкаси узунлиги (м),  $d$  – пластиналар орасидаги масофа (м),  $a$  – қувур қалинлиги (м),  $\varphi$  – иккита радиус орасидаги бурчак.

Экспериментал тадқиқот натижалари. Графикдан маълумки, насос агрегатида кавитация коэффициенти насос агрегатида кавитация коэффициенти  $k=10$  фоизни ташкил этса, қувват истеъмолининг 27 фоизга ортиши ёки чиқиш қувурида сув сарфининг 14 фоизга камайиши аниқланди.

Махсус ясалган кучайтиргичлар ёрдамида насос агрегатининг сўриш қувуридаги сиғим ўзгариши тадқиқотлари олиб борилди. Экспериментал тадқиқотлар асосида ушбу ўлчаш усулининг нисбий хатолиги ҳисобланди ва унинг графиги 5-расмда келтирилган.

Графикдан маълумки ўлчанаётган сиғим диапазоли 10 пФ дан 100 пФ гача бўлганда максимум нисбий хатолик 1,5 фоизни ташкил этди.

**Хулоса.** Муаллифлар томонидан таклиф этилаётган техник ечим кавитацияни ўлчаш ва назорат қилишнинг



4-расм. RC дифференциалловчи схеманинг чиқиш сигнали

интеллектуал тизимини ишлаб чиқишда асос бўлади.

Насос агрегатларида ҳосил бўладиган ҳаво пуфакчалар туфайли маълум юзада сув-ҳаво нисбатдан фойдаланиб кавитацияни ўлчаш уни олдиндан ташхислаш имкониятини яратади.

Эксперимент натижалари микроконтроллерлар ёрдамида ўта кичик сиғимларни юқори аниқликда яъни нисбий хатолик 1,5 фоизгача бўлган хатоликда ўлчаш имкониятини яратади.

Насос станцияларидаги сўриш қувурида кавитацияни ўлчаш ва назорат қилиш орқали электр энергия истеъмолини 5–7 фоизгача камайитириш имконияти мавжуд.

№	Адабиётлар	References
1	R. Baratov, Ya. Chulliyev, Thomas Bon, M Abdullayev. Smart system for cavitation cause measurement and control in irrigation pump, 2023 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1142 012011 <a href="https://doi.org/10.1088/1755-1315/1142/1/012011">https://doi.org/10.1088/1755-1315/1142/1/012011</a>	R.J.Baratov, Ya.E. Chulliyev, Thomas Bon, M.Abdullayev. Smart system for cavitation cause measurement and control in irrigation pump, 2023 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1142 012011 <a href="https://doi.org/10.1088/1755-1315/1142/1/012011">https://doi.org/10.1088/1755-1315/1142/1/012011</a>
2	Rustam Baratov, Yakub Chulliyev, and Sodiқ Ruziyev., Smart system for water level and flow measurement and control in open canals, E3S Web of Conferences 264, 04082 (2021) <a href="https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404082">https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404082</a> , CONMECHYDRO - 2021	Rustam Baratov, Yakub Chulliyev, and Sodiқ Ruziyev., Smart system for water level and flow measurement and control in open canals, E3S Web of Conferences 264, 04082 (2021) <a href="https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404082">https://doi.org/10.1051/e3sconf/202126404082</a> , CONMECHYDRO - 2021
3	Baratov R.J., Djalilov A.U., Chulliyev Y.E. Low Power Smart System Development for Water Flow Measurement and Level Controls in Open Canals, 6(12), (2019)	Baratov R.J., Djalilov A.U., Chulliyev Y.E. Low Power Smart System Development for Water Flow Measurement and Level Controls in Open Canals, 6(12), (2019)
4	M.R.Haider, M.R.Mahfouz, S.K.Islam, S.A.Eliza, W.Qu, E.Pritchard. A low-power Capacitance measurement Circuit with High Resolution and High Degree of Linearity, IEEE, Circuits and Systems, Sep. 2008, pp. 261-264.	M.R.Haider, M.R.Mahfouz, S.K.Islam, S.A.Eliza, W.Qu, E.Pritchard. A low-power Capacitance measurement Circuit with High Resolution and High Degree of Linearity, IEEE, Circuits and Systems, Sep. 2008, pp.261-264.
5	Р.Ж.Баратов., Я.Э.Чўлиев., С.У.Жонқобилов., М.Х.Абдуллаев., Қувурларда суюқлик ва газ босимини назорат қилиш ва ўлчашнинг интеллектуал датчиги учун ЭХМ дастур// № DGU11168/ 15.04.2021q	R.J.Baratov., Ya.E.Cho'lliev., S.U.Jonqobilov., M.H.Abdullaev., <i>Quvurlarda suyuqlik va gaz bosimini nazorat qilish va o'lchashning intellektual datchigi uchun EHM dastur</i> [EHM program for the intelligent sensor of control and measurement of liquid and gas pressure in pipes]// No. DGU11168/ 15.04.2021q

6	P.Ж.Баратов., Я.Э.Чўллийев., Ф. Муртазаева. Насос агрегатларининг энергия самарадор иш режимини таъминлаш алгоритми // “Ўзбекгидроэнергетика” журна-ли. – Тошкент, 2022. – №1 (13)	R. J. Baratov., Ya. E. Cho'lliyev., F. Murtazaeva. <i>Nasos agregatlarining energiya samarador ish rejimini ta'minlash algoritmi</i> [Algorithm for ensuring the energy-efficient operation mode of pumping units]// "Uzbekhydroenergetics" scientific and technical journal, 2022*№1 (13)
7	J. Magnaudet, I. Eames, The motion of high-Reynolds number bubbles in inhomogeneous flows, <i>Annu. Rev. Fluid Mech.</i> 32 (2000) 659–668.	J. Magnaudet, I. Eames, The motion of high-Reynolds number bubbles in inhomogeneous flows, <i>Annu. Rev. Fluid Mech.</i> 32 (2000) 659–668.
8	R. Clift, J.R. Grace, M.E. Weber, <i>Bubbles, Drops and Particles</i> , Academic Press, New York, 1978	R. Clift, J.R. Grace, M.E. Weber, <i>Bubbles, Drops and Particles</i> , Academic Press, New York, 1978
9	W.E. Asher, L.M. Karle, B.J. Higgins, P.J. Farley, I. Leifer, E.C.Manahan, The influence of bubble plumes on air-seawater gas transfer velocities, <i>J. Geophys. Res.</i> 101C (1996) 1207–12041.	W.E. Asher, L.M. Karle, B.J. Higgins, P.J. Farley, I. Leifer, E.C.Manahan, The influence of bubble plumes on air-seawater gas transfer velocities, <i>J. Geophys. Res.</i> 101C (1996) 1207–12041.
10	I. Leifer, R. Patro R, The bubble mechanism for transport of methane from the shallow sea bed to the surface: a review and sensitivity study, <i>Continental Shelf Res.</i> 22 (16) (2002) 2409– 2428.	I. Leifer, R. Patro R, The bubble mechanism for transport of methane from the shallow sea bed to the surface: a review and sensitivity study, <i>Continental Shelf Res.</i> 22 (16) (2002) 2409– 2428.
11	H. Medwin, N.D. Breitz, Ambient and transient bubble spectral densities in quiescent seas and under spilling breakers, <i>J. Geophys. Res.</i> 94C (1989) 12571–12759.	H. Medwin, N.D. Breitz, Ambient and transient bubble spectral densities in quiescent seas and under spilling breakers, <i>J. Geophys. Res.</i> 94C (1989) 12571–12759.
12	R. Manasseh, Y. Yoshida, M. Rudman, Bubble formation processes and bubble acoustic signals, in: <i>Third International Conference on Multiphase Flow</i> , Lyon, France, June 1998, p. 426.	R. Manasseh, Y. Yoshida, M. Rudman, Bubble formation processes and bubble acoustic signals, in: <i>Third International Conference on Multiphase Flow</i> , Lyon, France, June 1998, p. 426.
13	M. Wu, M. Gharib, Experimental studies on the shape and path of small air bubbles rising in clean water, <i>Phys. Fluids</i> 14 (2002) L49–L52.	M. Wu, M. Gharib, Experimental studies on the shape and path of small air bubbles rising in clean water, <i>Phys. Fluids</i> 14 (2002) L49–L52.
14	M. Wu, M. Gharib, Experimental studies on the shape and path of small air bubbles rising in clean water, <i>Phys. Fluids</i> 14 (2002)L49–L52.	M. Wu, M. Gharib, Experimental studies on the shape and path of small air bubbles rising in clean water, <i>Phys. Fluids</i> 14 (2002)L49–L52.
15	Bram Verhaagen, David Fernandez Rivas, 2016 Measuring cavitation and its cleaning effect, <i>Ultrasonics Sonochemistry</i> 29 (2016) pp619-628.	Bram Verhaagen, David Fernandez Rivas, 2016 Measuring cavitation and its cleaning effect, <i>Ultrasonics Sonochemistry</i> 29 (2016) pp619-628.
16	M.R.Haider, M.R.Mahfouz, S.K.Islam, S.A.Eliza, W.Qu, E.Pritchard. 2008A low-power Capacitance measurement Circuit with High Resolution and High Degree of Linearity, <i>IEEE, Circuits and Systems</i> , Sep. pp.261-264.	M.R.Haider, M.R.Mahfouz, S.K.Islam, S.A.Eliza, W.Qu, E.Pritchard. 2008A low-power Capacitance measurement Circuit with High Resolution and High Degree of Linearity, <i>IEEE, Circuits and Systems</i> , Sep. pp.261-264.
17	I.S.Pearsall. 1966Acoustic detection of cavitation, <i>Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Conference(MECH '66)</i> , vol.181, 3A, 14.	I.S.Pearsall. 1966Acoustic detection of cavitation, <i>Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Conference(MECH '66)</i> , vol.181, 3A, 14.
18	Y. Wang, H.L.Liu, S.Q.Yuan, D.Liu and J. Wang, 2013Characteristics of cavitation vibration and noise in centrifugal pumps with different vane wrap angles, <i>Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering</i> , vol.31,5,390–400.	Y.Wang,H.L.Liu,S.Q.Yuan,D.LiuandJ.Wang, 2013Characteristics of cavitation vibration and noise in centrifugal pumps with different vane wrap angles, <i>Journal of Drainage and Irrigation Machinery Engineering</i> , vol.31,5,390–400.
19	X. Duan, Y. Wang, and Y. Su, “Features combined classification of cavitation in waterjet pumps,” <i>Journal of Shanghai Jiaotong University</i> , vol. 45, no. 9, pp. 1322–1326, 2011	X. Duan, Y. Wang, and Y. Su, “Features combined classification of cavitation in waterjet pumps,” <i>Journal of Shanghai Jiaotong University</i> , vol. 45, no. 9, pp. 1322–1326, 2011
20	<a href="https://www.michael-smith-engineers.co.uk/resources/useful-info/npsH">https://www.michael-smith-engineers.co.uk/resources/useful-info/npsH</a>	<a href="https://www.michael-smith-engineers.co.uk/resources/useful-info/npsH">https://www.michael-smith-engineers.co.uk/resources/useful-info/npsH</a>