

С.Е.Сақыпова, Н.Н.Шуюшбаева, Д.А.Оспанова, А.Ә.Төсекбай

*Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті
(E-mail: akbota_07.94@mail.ru)*

Айнымалы қималы арнада электрогидроимпульстік эффект кезінде қозғалатын газ сұйықты ағынның параметрлерін зерттеу

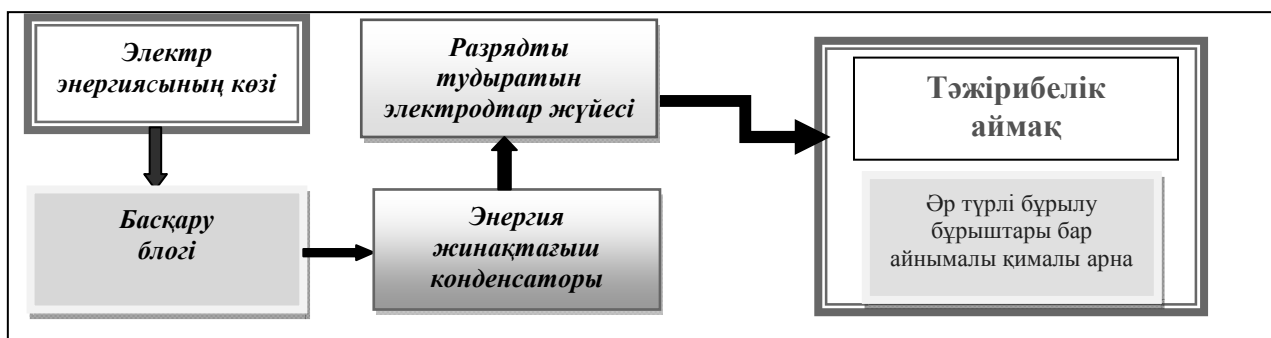
Мақалада импульстік соққы әсерінен туындайтын электрогидравликалық эффектiнiң газ сұйықты ағын қозғалысына әсерін зерттеу жұмыстары қарастырылған. Ондай жұмыстарды жүргізу үшін тәжірибелік қондырғы жинақталып, іске қосылды. Жұмыс барысында электроимпульстік разрядтың әсері кезіндегі қосфазалы ағын бойымен таралатын импульстік қысым амплитудасының динамикасы зерттелді. Жасалынған тәжірибе негізінде гетерогенді ортаның жылдамдықтары анықталып, импульстік қысым амплитудаларының тәуелділік графиктері тұрғызылды.

Кілт сөздер: газ сұйықты ағын, электрогидравликалық эффект, датчик, разряд электроды, диффузор, конфузор.

Айнымалы қималы құбырлардағы қосфазалы ағындардың гидродинамикалық заңдылықтары, тегіс жазық құбырлардағы процестерге қарағанда, өзгеше болады, себебі ағынның жылдамдығы, фазаның құрамы және оның тасымалдану тәртіптері өзгереді. Сондықтанда қазіргі өндірістің әр түрлі салаларындағы кеңінен қолданылатын газ сұйықты қоспаларды тасымалдау айнымалы қималы арнада қосфазалы жүйенің қозғалыс заңдылықтарын зерттеуде өзекті мәселелердің бірі болып табылады.

Жұмыстың негізгі мақсаты жоғары вольтті разряд кезіндегі қозғалыстағы газ сұйықты ағынның гидродинамикалық параметрлерін анықтау болып табылады.

Айнымалы қималы құбырлардағы гетерогендік ағынның қозғалыс заңдылықтарын зерттеу үшін гидродинамика және жылуассалмасу зертханасында тәжірибелік қондырғысы жинақталып, зерттеу жұмыстары жүргізілді. Тәжірибелік қондырғы соққы толқындарды тудыратын электрогидравликалық бөлімнен және газ сұйықты ағындарды қозғалысқа келтіретін тәжірибелік аймақтан тұрады. Электрогидравликалық эффект аралық энергияның түрленуінсіз электрлік энергияны механикалық энергияға ауыстыратын өндірістік әдістің бір түрі болып табылады. Электрогидравликалық қондырғының жалпы сұлбесі 1-суретте көрсетілген [1].

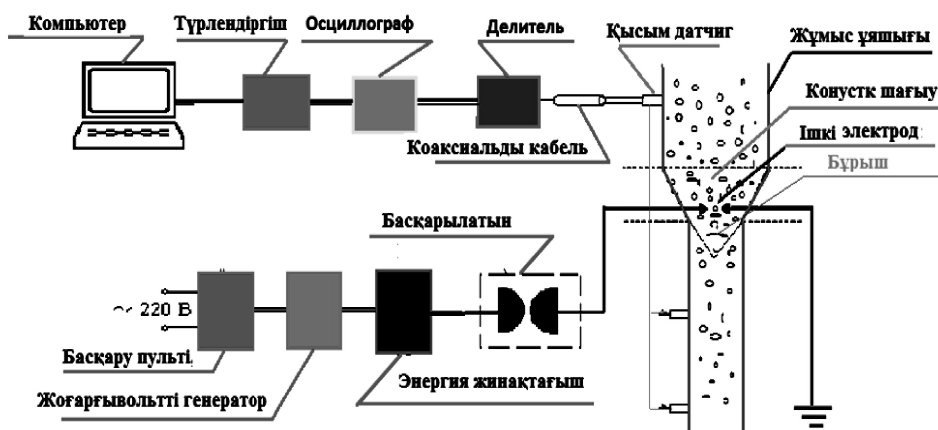


1-сурет. Электрогидравликалық қондырғының жалпы сұлбесі

Электрогидравликалық қондырғысы басқару блогінен, энергия жинағыш конденсаторынан және импульстік разряды пайда болатын электродтар жүйесінен тұрады. Басқару блогі кернеуді бақылайтын, ток күшін қоректендіретін және энергиялар жиналатын жоғарғы кернеудегі аспаптарды іске қосады. Энергия жиналу қондырғысы ретінде импульсті конденсаторды пайдаланады, ол жоғары импульсті токқа жалғанған. Разрядник арқылы конденсатор батареясы электродтар жүйесімен технологиялық блокта қосылады, салыстырмалы аз токпен зарядтаушы қондырғы конденсатор сыйымдылығын керекті кернеуге дейін зарядтауға мүмкіндік береді.

Гетерогендік сұйықта жоғары вольтті электр разрядының импульсті қысымын зерттеу үшін тәжірибелік қондырғы жиналды. Тәжірибелік қондырғының сызбалы сұлбесі 2-суретте көрсетілген. Тәжірибелік аймақ сорғыдан, датчиктен, манометрден, шығындық шайбалардан, жұмыстық

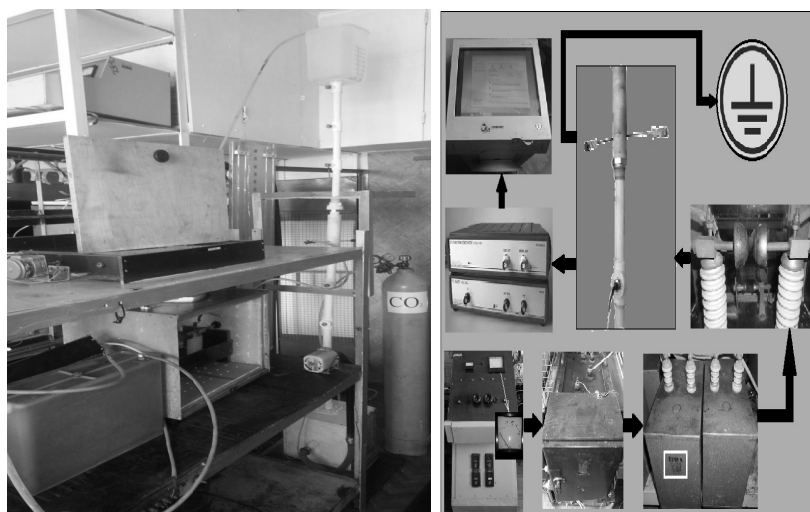
құбырлардан, краниктерден, газ баллонынан, электродтардан, әр түрлі градусты конфузор мен диффузордан тұрады.



2-сурет. Газ сұйықты ағын қозғалысын зерттейтін тәжірибелік қондырғының технологиялық сұлбесі

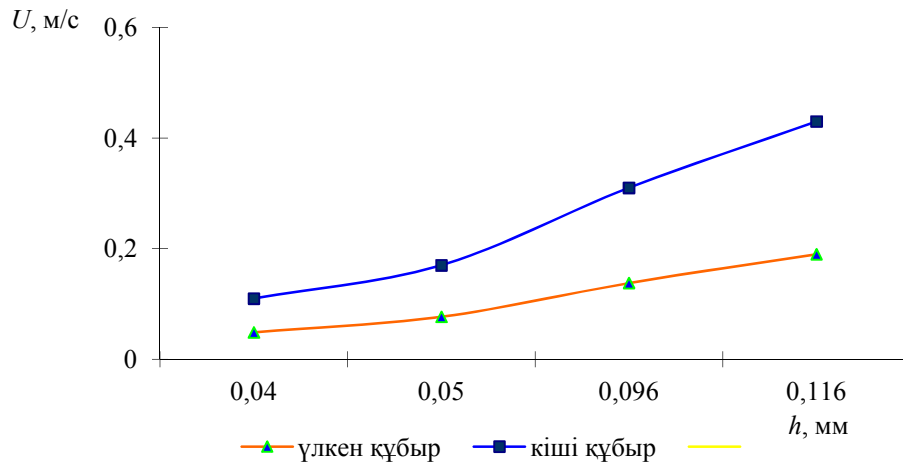
Негізгі тәжірибелік аймақ диаметрлері әр түрлі екі цилиндрлік құбырдан, айнымалы қималы конфузордан, сұйықта су асты электр разрядын тудыратын электродтар жұптарынан, импульсті қысымды тіркейтін датчиктерден құрастырылған. Үлкен құбырдың ішкі диаметрі 35 мм, ал кіші құбырдың ішкі диаметрі 18 мм. Конфузордың сығылу бұрышты 30° құрайды. Құбырдың ішіндегі құбылысты байқау үшін тәжірибелік қондырғы орғышындан жасалынған. Газ көпіршігі ретінде көмірқышқыл газы жіберіледі [2].

Қондырғының жұмыс істеу принципі келесі түрде жүзеге асады: электр энергиясын жинатын жинағышқа басқару пульті бойынша импульсті кернеу генераторы жоғары вольтті кернеуді береді. Содан кейін белгілі бір уақыт ішінде электр энергиясы разряд арқылы тәжірибелік аймақта қарастырылған конфузордың ішінде орналасқан электродқа беріледі. Жоғарғы кернеуге жеткеннен кейін сұйықта электр разряды жүреді. Сұйықта энергияның көп мөлшерде шығарылуының арқасында соққы толқындар пайда болады. Пайда болған соққы толқындарды құбырда орналасқан пьезодатчиктер қабылдап, сандық осциллографқа жіберіп отырады. Сандық осциллограф келіп түсетін дабылдарды қабылдап, оларды арнайы бағдарламаның көмегімен өңдеп, импульстік қысымының шамасын анықтайды. Электрогидравликалық аппаратпен тіркелетін жүйенің байланысын жоғарғы қуатты электр разрядын басқаратын және осциллографқа әкелетін, импульстің уақыты бойынша өңделетін басқару блогы қамтамасыз етеді. Техникалық қауіпсіздігі үшін қондырғы қорғану жүйесімен, апаттық сөндірумен және қалған кернеуді жою жолдарымен жабдықталған. Қондырғының тәжірибелік аймағының бейнесуреті (3-сур.) келтірілген төменде.



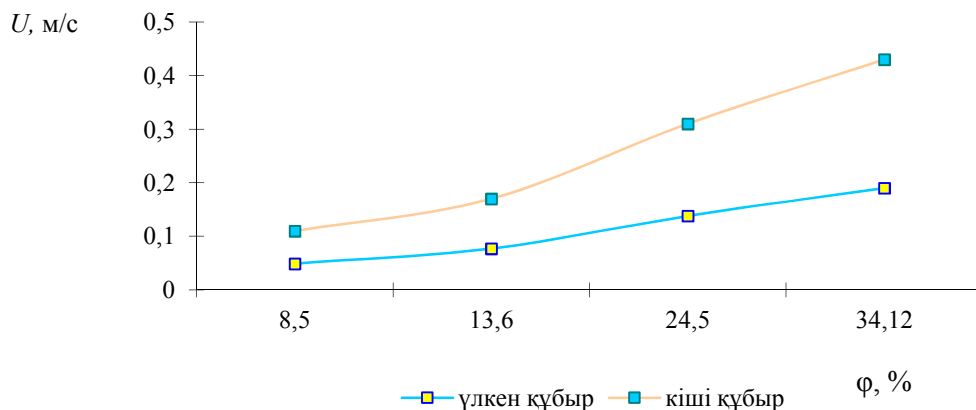
3-сурет. Қондырғыдағы тәжірибелік аймақтың бейнесуреті

Жасалған тәжірибелік жұмыстардың нәтижелері бойынша есептеу жүргізіліп, су мен газ жылдамдықтарының үлгілеу тәуелділіктері тұрғызылды (4-сур.).



4-сурет. Ішкі диаметрлері 35 мм және 18 мм тең құбырдағы су мен газ жылдамдықтарын анықтауға арналған үлгілеу графигі

Осы графигті қорытындылай айтатын болсақ, құбырдың диаметрі неғұрлым кішкентай болса, соғұрлым ондағы су ағынның жылдамдығы жоғары болады. Графигтен, үлкен диаметрлі (35 мм) құбырға қарағанда, кіші диаметрлі (18 мм) құбырдағы газдың жылдамдығы өте жоғары болатынын байқаймыз, яғни құбыр ішіндегі газ бен сұйық жылдамдықтарын арттыру үшін олардың диаметрлерін азайту қажет. Бұл жағдайда үлкен және кіші құбырлардағы газ сұйықты ағын жылдамдықтарының артуы диффометрдің биіктігіне тура, ал құбыр диаметріне кері пропорционалдық сипатта болады. Сонымен қатар жоғары вольтті электр разряды кезіндегі бұрылу бұрыштары әр түрлі айнымалы қималы арнадағы газсұйықты ағын қозғалысы жылдамдығының гетерогендік дәрежесіне тәуелді графигі келтірілген (5-сур.).

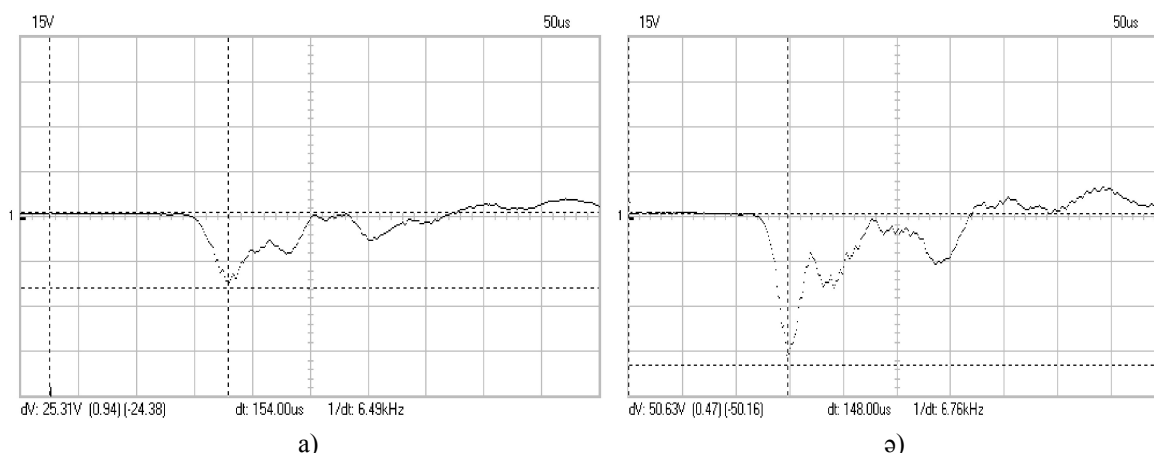


5-сурет. Газ сұйықты ағынның әр түрлі жылдамдығы кезіндегі айнымалы қима арнасы бойымен таралған ағын қозғалыс жылдамдығының гетерогендік дәрежесіне байланысты тәуелділігі

Графигтен газ сұйықты ағын қозғалысы кезіндегі ағын жылдамдығы артқан сайын гетерогендік дәреженің артқанын байқаймыз. Соққы толқын әсері кезінде қосфазалы ағын қозғалысындағы гетерогендік дәрежесі ішкі диаметрі 30 мм үлкен құбырдағы төменгі жылдамдықта артатын болса, ал ішкі диаметрі 20 мм кіші құбырдағы жоғары жылдамдықта артады, себебі құбырдың диаметрі неғұрлым кіші болса, соғұрлым ағын жылдамдығы жоғары болады [3].

Тәжірибе барысында айнымалы қима арна ішіндегі белгілерді пьезоэлементті датчик қабылдап, компьютерге жібереді. Компьютерге жіберілген белгі арнайы PCLab 2000 бағдарламасы арқылы

PCS500 сандық осциллографының көмегімен қабылданып отырды. PCS500 сандық осциллографының көмегімен қабылданған белгінің бейнелерін толық зерттеу және сараптау жұмыстарын жүргізу үшін компьютердің жадында сақталып отырды. Жасалынған тәжірибе нәтижелері 6-суретте көрсетілген, онда соққы толқынының қысым амплитудасының разряд кернеуіне тәуелділігін байқауға болады.

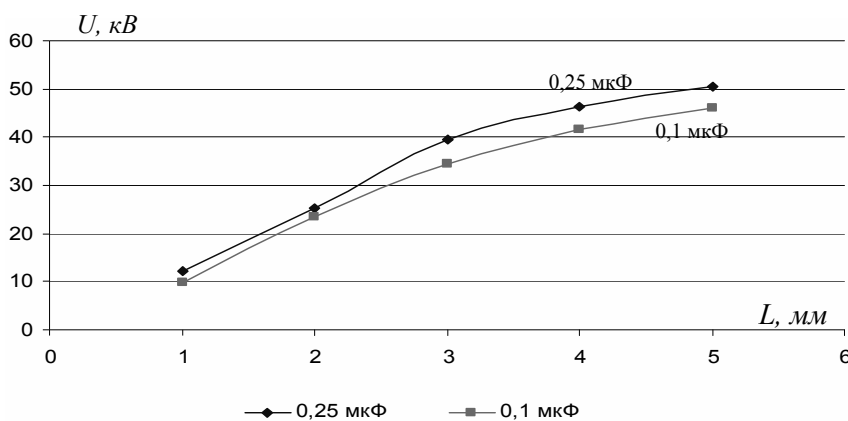


Киловольтметрдегі кернеу: а) 3 кВ; ә) 12 кВ; разрядниктегі электрод арақашықтығы: а) 1 мм; ә) 4 мм

6-сурет. Жұмыс арнасындағы электрод арақашықтығы 1 мм кезіндегі кіріс кернеуінің уақыт бойынша өзгерісі

Алынған графиктері сипаттай келе, мыналарды айтуға болады: ең үлкен шек соққы толқыны әсері кезінде пайда болған қысымға сәйкес келеді. Ол сұйықта электрлік разряд пайда болғаннан кейін, пьезометрлік датчик көмегімен қабылданды. Ал келесі төменгі шектер шағылатын соққы толқынның әсері кезінде пайда болған қысымдарға сәйкес келеді. Одан кейінгі қабылданған қысымдар, электрлік жарылыс жүргізілген ортадағы сөнген тербелістерге тең.

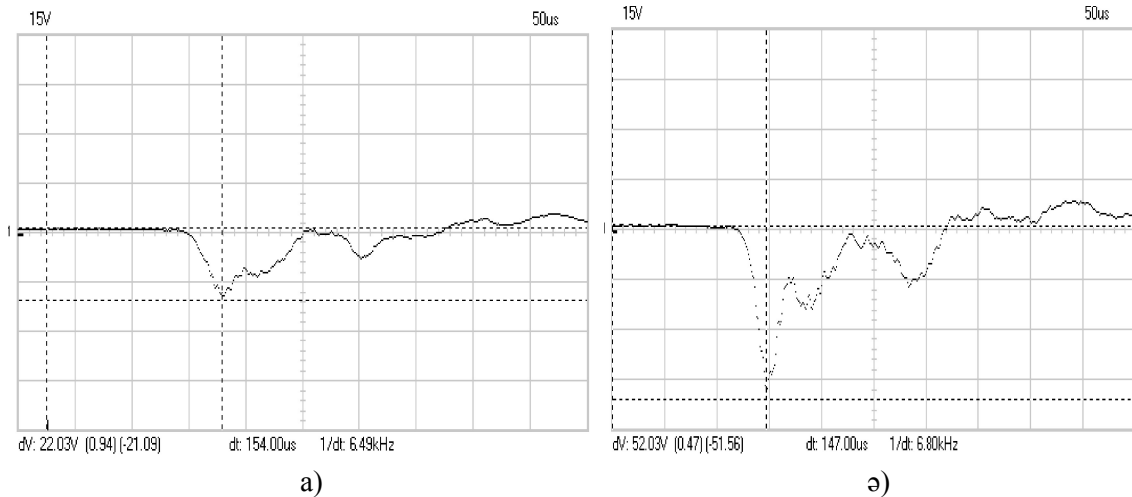
Төменде тәжірибелік қондырғыдағы конденсатор сыйымдылығы әр түрлі кездегі кіріс кернеуінің разряд электродтарының арақашықтығына салыстырмалы тәуелділігі көрсетілген (7-сур.).



7-сурет. Конденсатор сыйымдылығы 0,1 мкФ және 0,25 мкФ кезіндегі кіріс кернеуінің разряд электродтарының арақашықтығына салыстырмалы тәуелділігі

Бұл суреттен байқайтынымыз, неғұрлым конденсатордың сыйымдылығын, сыртқы электродтар арақашықтығын арттырған сайын, соғұрлым кіріс кернеуі жоғарлайды.

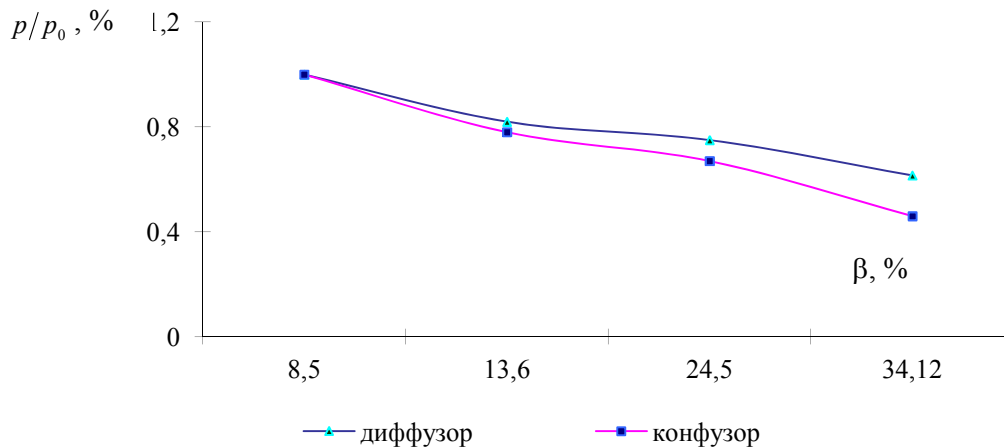
Тәжірибенің нәтижелері 8-суретте келтірілген, яғни бұл суреттерде газ сұйықтағы жоғары вольтті электр разрядымен қатар жүретін импульстік қысымның сипаттамалық осциллограммасы келтірілген [4].



а) $U = 3$ кВ, $C = 0,1$ мкф; $l = 1$ мм; ә) $U = 12$ кВ; $C = 0,1$ мкф; $l = 4$ мм. Ішкі электродтар арақашықтығы 1мм

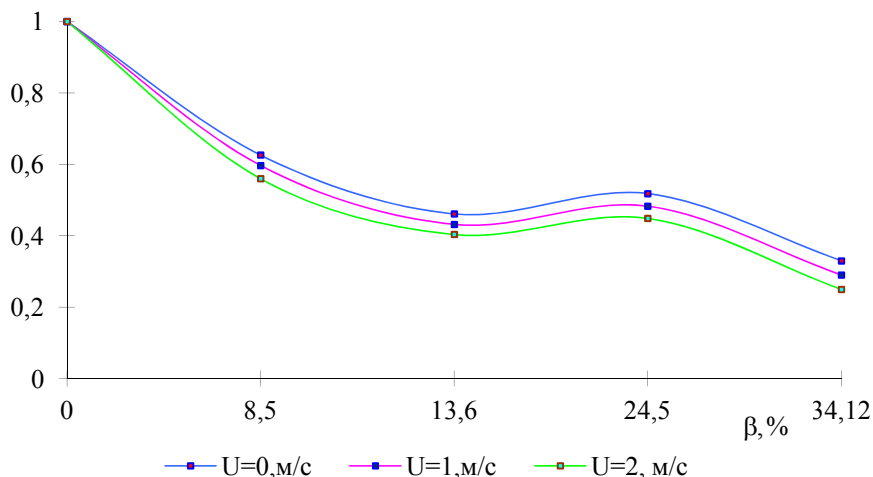
8-сурет. Газ сұйықты ортадағы жоғары вольтті электрлік разряд кезіндегі импульстік қысым амплитудасының кіріс кернеуіне тәуелділігі

Суреттерден байқайтынымыз, бастапқыда қабылдаған белгілерді былай түсіндіруге болады. Құбыр ішінде сұйықтың қозғалысымен қатар газдың да қозғалысы болып тұрады, сондықтан электр разряды болмас бұрын, екі электрод арасында стримерлер пайда болады. Яғни көпіршіктер қозғалған кезде стримерлерге соқтығысып қызады да, одан кейін олар бірден суып (стример өрісінен өткеннен кейін) жарылады. Осы жарылыстар әсері графиктердегі толқулармен түсіндіруге болады. Сол кездегі шағын белгіні датчик қабылдап отырады. Суретте негізгі жарылыс орнаған жерлерді маркердің көмегімен белгілеуге болады. Разряд электродтарының әр түрлі арақашықтығы кезіндегі диффузор мен конфузордың салыстырмалы импульстік қысымның газ қоспасына тәуелділік графигі көрсетілген (9-сур.).



9-сурет. Разряд электродтарының әр түрлі арақашықтығы кезіндегі диффузор мен конфузордың салыстырмалы импульстік қысымның газ қоспасына тәуелділік графигі

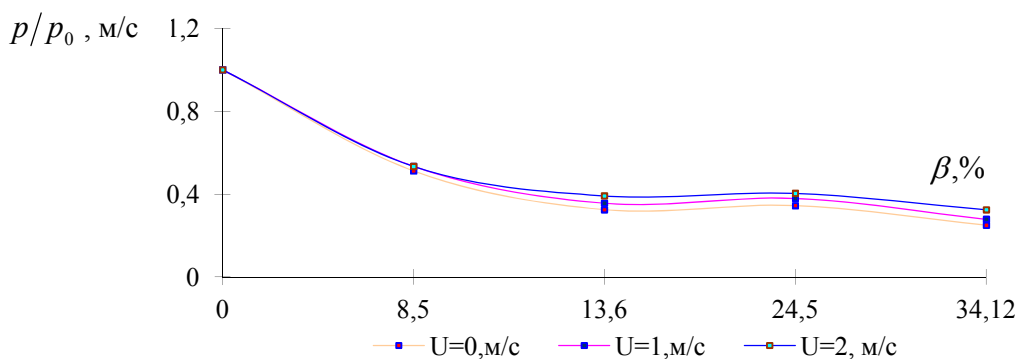
Мұнда айнымалы қималы арнадағы (конфузордағы және диффузордағы) газ сұйықты ағындағы қысым амплитудаларының төмендеуі электр разрядын тудыратын электродтар арақашықтығын арттырған және ағынға қосатын газ құрамының концентрациясын арттырған кезде болады. Электрогидравликалық эффект кезіндегі айнымалы қималы арна бойымен газ және сұйық қозғалыстарының бағыттары бірдей уақыттағы импульстік қысым амплитудаларының газ құрамына тәуелділік графигі 10-суретте көрсетілген [5].



10-сурет. Сұйық пен газ бағыттары бір бағытта қозғалған кезіндегі құбыр бойымен таралатын қысымның газ құрамына тәуелділік графигі

Екінші жағдайды қарастырсақ, онда газ бен сұйықтың бағыттары бірдей қозғалған кездегі газ құрамы құбырдың қабырғасына жақын орналасқанымен, сұйықтың қозғалысы кезінде олар жұмыстық дененің ортасына шоғырланады, сондықтанда құбырдың бойындағы қысымның таралуы газ құрамының 25 % мөлшері кезінде артып, одан кейін төмендей бастайды. Ал, газ мөлшері 35 % асатын болса, онда құбырдағы қысымның таралуы байқалмайды, өйткені ондағы көпіршіктер бір-бірімен қосылып, снарядты түрде болып келеді.

Төменде соққы толқын әсері кезіндегі айнымалы қималы арна бойымен сұйық пен газ концентрациясының қарама-қарсы бағытта қозғалған кездегі арнайы бойымен таралған қысым амплитудасының газ концентрациясына байланысты тәуелділік графигі көрсетілген (11-сур.).



11-сурет. Сұйық пен газ бағыттары қарама-қарсы қозғалысы кезіндегі құбыр бойымен таралатын қысымның газ құрамына тәуелділік графигі

Бұл графиктен көретініміз, қозғалыстағы ағынның қысымы тыныштықтағы қоспаның қысымына қарағанда, жоғары болады. Сонымен, қарама-қарсы бағыттағы қоспада қысымның артуы жылдамдықтың артуына тәуелді [6].

Әдебиеттер тізімі

- 1 Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности. — Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1986. — С. 253.
- 2 Кусаиынов К. Гидродинамика, теплообмен и электрогидравлические явления при движении двухфазных сред в трубах. — Караганда: Изд-во КарГУ, 1998. — С. 114.
- 3 Кусаиынов К.К., Сақыпова С.Е., Оспанова Д.А., Курмашева К.Е. Исследование динамики импульсного давления при движении неоднородной жидкости по каналам переменного сечения // Современные достижения физики и фунда-

ментальное физическое образование: Сб. тр. 6-й Междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию КазНУ им. аль-Фараби. — Алматы, 2009. — С. 25.

4 Оспанова Д.А., Дүйсенбаева М.С. Соққы толқын әсері кезіндегі қозғалыстағы газ сұйықты ағынның динамикасын зерттеу // Е.А.Бөкетов атындағы ҚарМУ аспиранттары, магистранттарының және студенттерінің XXXIII ғыл.-тәжір. конф. материалдары (22–22 сәуір 2010 ж.). — Қарағанды, 2010. — 157–160-б.

5 Сакипова С.Е., Оспанова Д.А., Ахмерова К.Е. Исследование гидродинамики газожидкостного потока при электроразрядном воздействии // Промышленная теплотехника. Междунар. науч.-прикл. журн. — Киев, 2011. — С. 35.

С.Е.Сакипова, Н.Н.Шуюшбаева, Д.А.Оспанова, А.А.Тосекбай

Исследование параметров газового жидкого потока, движущегося во время электрогидроимпульсного эффекта по переменному каналу

В статье исследовано влияния электрогидравлического эффекта, вызванного импульсным ударом, на движение газового жидкого потока. Были собраны и рассмотрены в действии экспериментальные установки. В ходе работы исследована динамика амплитуды импульсного давления, распространяемая по двухфазному потоку во время влияния электроимпульсного разряда. На основе проведенного опыта определены скорости гетерогенной среды, а также построены графики зависимости амплитуд импульсного давления.

S.E.Sakipova, N.N.Shuyushbaeva, D.A.Ospanova, A.A.Tosekбай

Research of parameters of the gas liquid stream moving in the period of electrohydropulse effect on the variable channel

In article works on research of influence of the electrohydraulic effect caused owing to pulse blow on the movement of a gas liquid stream are considered. For the purpose of carrying out research works experimental installations were collected and applied in operation. During work dynamics of amplitude of pulse pressure extended on a two-phase stream during influence of the electropulse category was investigated. On the basis of the made experiment speeds of the heterogeneous environment were determined, and also schedules of dependence of amplitudes of pulse pressure were constructed.

References

- 1 Yutkin L.A. *Electrohydraulic effect and its application in industry*, Leningrad: Mashinostroenie, Leningrad branch, 1986, 253 p.
- 2 Kusaiynov K. *Hydrodynamics, heat and electro phenomenon when driving two-phase medium in the pipe*, Karaganda: KarSU publ., 1998, 114 p.
- 3 Kusaiynov K.K., Sakipova S.E., Ospanova D.A., Kurmasheva K.E. *Recent advances in fundamental physics and physical education: Proceedings of the 6th International Conference, devoted to the 75th anniversary of the Al-Farabi Kazakh National University*, Almaty, 2009, p. 25.
- 4 Ospanova D.A., Duysenbaeva M.S. *Study the hydrodynamics of gas-liquid flow of the discharge impact*, Karaganda, 2010, p. 157–160.
- 5 Sakipova S.E., Ospanova D.A., Akhmerova K.E. *Industrial teplotehnika*, International scientific-applied journal, Kiev, 2011, p. 35.