

А.К. Хасенов¹, Б.Р. Нүсіпбеков¹, Д.Ж. Карабекова¹,
М. Стоев², Г.А. Булкаирова¹, А.Т. Құлжанбеков¹

¹Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қазақстан

²«Неофит Рилски» Оңтүстік-батыс университеті, Благоевград, Болгария
(E-mail:ayanbergen@mail.ru)

Электргидравликалық әдіспен жылу тарту құбырларын қатты қалдықтардан тазалау

Мақала жылуалмастырғыштарды ұзақ мерзімді пайдалану барысында құбырлардың және құбыр түйіндерінің ішкі беттерінде қақ қабаттарын құрайтын шөгінділерді тазалау әдісіне арналды. Қатты қақтар жылуалмасу үдерісінің тиімділігін айтарлықтай төмендететіндіктен, оларды тазалаудың әдістері қарастырылды. Құбырларды қақтан тазарту мәселелерін шешу үшін жабдықтардың әртүрлі түрлері қолданылуда. Олардың барлығында қолданылуына байланысты өз ерекшеліктері мен шектеулері бар. Өз тәжірибемізде жылуалмасу жабдығын тазалау бойынша барлық пайда болатын өндірістік міндеттерді шешетін жалғыз әдіс жоқ екеніне көзжеткіздік. Аппараттар мен құбырларды тазалауға арналған жабдықтың әрбір түрін кезектей қолданғанда қойылатын міндеттерді шешуге мүмкіндік туындайды. Жылуалмасу бетіндегі қатты қалдықтарды тазалауда қолданылатын жаңа әдістердің бірі — электргидравликалық әдіс. Электргидравликалық қондырғыны әзірлеу кезінде басты назар жылу алмастырғыштарды жоғары беріктіктегі қақтан тазарту мүмкіндігіне аударылды. Сондай-ақ осы жабдықты құру кезінде қондырғының ықшамдылығы, технологияның қауіпсіздігі, шығын материалдарын барынша аз пайдалану маңызды критерий болды. Электргидравликалық әдіспен жазық құбырларды тазалау кезіндегі параметрлер ұсынылды. Тәжірибе нәтижелері ғылыми және практикалық тұрғыдан қызығушылық тудырады. Ұзақ және үздіксіз жұмыс кезінде жұмыстық электрод пен оның оқшауламасының қысқаруына байланысты полиэтиленмен оқшауланған мысты өзекшелі электродтың өлшемдеріне байланысты тиімді параметрлері таңдалды. Электргидравликалық қондырғының бірегейлігі ол жоғары беріктіктегі қатты қалдықтарды тазалауға қабілетті, ал бірқатар жағдайларда толық бітелген құбырларды тазалауға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: электргидравликалық эффект, жұмыстық электрод, ауалы ұшқынды аралық, импульсті разрядтар саны, жұмыс кернеуі.

Жылуалмасу жабдығының негізгі тасымалдаушысы болып су табылады, оның қаттылығы кальций мен магний тобының ерітілген тұздарының концентрациясымен анықталады. Су қайнау температурасына дейін қызған кезде қаттылық тұзы ерімейтін қосылыстар түзеді, ол жылуалмасу агрегаттарының жұмыс бетіне шөгіп, олардың техникалық сипаттамаларын төмендетеді. Жылу тасымалдағыштың осындай жабдықтың жұмыс беттерімен ұзақ байланысы темір тотықты шөгінділерінің пайда болу үдерісін қосымша дамытады. Сондықтан жылуалмасу аппараттары тазалауды қажет етеді. Сумен жабдықтау және жылыту жүйелерін пайдалану мерзімін ұзарту, оларды пайдалану сапасын арттыру үшін жылуалмастырғыштарды, жылыту жүйелерін, қазандықтарды, қайнатқыштарды, сумен жабдықтау бактарын қақтан, жауын-шашыннан және балшықтан кешенді тазалау қажет. Жылуалмастырғыштарды тазалауды 2–4 жылда кемінде бір рет орындау керек. Кейбір технологиялық үдерістерде мұндай тазалау жұмыстарын жылыту кезеңі біткеннен кейін (6 айдан) тазалау қажеттігі туындайды. Себебі алдын ала жылуға берілген судың құрамы толығымен тазартылмаса немесе температуралық тәртіпті сақтамаған жағдайда. Бұл жағдайда жылу техникалық жүйелер толық қайтарыммен жұмыс істемейді. Мысалы, жылу радиаторларындағы шөгінділер пәтерге жылу берілуін төмендетеді, ал сумен жабдықтау жүйесіндегі қоқыстар судың сапасын нашарлатады және жиі аппараттық жағдайға әкеледі.

Жылуалмасу аппараттарын немесе құбырларды тазалаудың көптеген жолдары бар. Осы тәсілдердің әрқайсысында өзінің артықшылықтары мен кемшіліктері баршылық. Жылуалмастырғыштарды тазалау әдістерін ажырату арқылы және ажыратпай іске асыру деп бөлуге болады. Мысалға механикалық тазалау кезінде жабдықты жылу торабынан ажырату – міндетті шарт. Барлық жылу алмастырғыштардың жиналмалы құрылымы жоқ болғандықтан, бұл тазалау тәсілі дәнекерленген үлгілерде қолданылмайды. Механикалық тазалау жиі химиялық заттардың арнайы ерітінділерін пайдалана отырып, химиялық әдістермен біріктіріледі. Жылуалмастырғыштарды тек

қолмен тазарту өте көп еңбекті қажет ететін үдеріс. Химиялық тазалау әдісін механикалықпен біріктіре тазалауда алдымен жылуалмастырғыштарды ажырату, арнайы ерітіндіге салып өңдеу, қайтадан жинау жұмыстары орындалады. Жылуалмастырғыштарды тазалаудың келесі бір түрі – гидродинамикалық әдіс. Гидродинамикалық әдіс су ағынын жоғары қысыммен беріп, соның арқасында ластанудың көп бөлігін бұзу және еріту арқылы іске асады. Гидродинамикалық тазартуды жүргізу кезінде жабдықты ажырату қажет (құбырлы құрылымдардан басқа, олар үшін міндетті емес). Әдісті орындау үшін арнайы жабдық керек. Сондықтан бұл әдіс өзінің жоғары тиімділігіне қарамастан, кең тараған жоқ. Гидродинамикалық тазалау жабдығы өте қымбат, оны сатып алу жиі тиімсіз.

Жылуалмастырғыштарды тазалаудың ең көп таралған әдісі – химиялық. Қақ беттен химиялық реагенттердің әсерінен жойылады. Шаюдың химиялық тәсілі кезінде жылуалмастырғыштарды ажырату қажеттілігі туындамайды. Химиялық тәсілдің кемшіліктеріне қоршаған ортаның ластануының жоғары ықтималдығын және химиялық ерітіндінің теріге немесе шырышты қабықтарға тиген жағдайда адам ағзасына үлкен зиянын жатқызуға болады. Сонымен қатар бұл әдіс жылу тарату құбырларын тазартып қоймай, құбыр материалына да өз әсерін тигізіп, оның қабырғасын жұқартып, қызмет ету уақытынан ерте істен шығарады.

Жылуалмастырғыштарды тазартудың келесідей бірнеше заманауи жолдары бар: электр, электр-механикалық, кавитациялық, пневматикалық, көлемді озондау. Бірақ бұл тәсілдер бірлі-жарым жағдайларда қолданылып, оларды пайдалану ерекшелігіне байланысты әмбебеп іске аспауда [1–3].

Аталған мәселелерге байланысты жылу тарату құбырларын қатты шөгінділерден тазалау мақсатында электргидравликалық қондырғы жинақталды. Электргидравликалық қондырғы қоректендіру блогынан, конденсаторлардан, түрлендіргіш аралықтан, жұмыс электродтарынан тұрады (1-сур.). Конденсаторлардың энергиясы сұйық ортаға батырылған электродтардың жұбына беріледі. Разряд қалыптасуы кезінде энергияның басым бөлігі жұмыстық электродтар арасындағы сұйық орта көлеміне жұмсалады. Бұл кедергі шамасының, қондырғының басқа бөліктеріне қарағанда, жұмыс арнасында көп болатындығымен түсіндіріледі.



1-сурет. Электргидравликалық қондырғының блок сұлбасы

Қондырғы келесідей түрде жұмыс істейді. Электрод шөгінділері бар құбырдың тазаланатын торабына енгізіледі. Құбырдың кері жағынан су ағыны беріледі (мысалы, электрсорғыш, су құбыры краны арқылы). Айнымалы ток көзінен импульсті генераторға кернеу беріліп, одан кейін ауалы ұшқынды аралықты тесіп өтуге қажетті энергия конденсаторларға жинақталады. Ауалы ұшқынды аралықта қалыптасқан импульсті разряд жұмыстық электродтарға беріледі. Олардың арасында соққы толқындары мен гидросоққылар көзі болып табылатын электр разряды пайда болады. Соққы толқындары мен су соққылары әсерінен шөгінділер құбыр қабырғаларынан ажырап, майдаланады және су ағынымен құбырдың ішкі бөлігінен шығарылады.

Электргидравликалық әсерді жүзеге асыру қоректену көзінде энергияның салыстырмалы түрде баяу жиналуына және оның сұйық ортада іс жүзінде жылдам бөлінуіне байланысты. Электргидравликалық әсердің негізгі әрекет етуші факторлары дыбыс және дыбыстан жоғары жылдамдықтағы соққы толқындарының пайда болуына әкелетін жоғары және аса жоғары импульстік гидравликалық қысым болып табылады; секундына жүз метрге жететін жылдамдықтармен іске асатын сұйықтық көлемінің едәуір импульстік ауысуы; сұйықтықтың салыстырмалы үлкен көлемін қамтуға қабілетті қуатты импульсті пайда болатын кавитациялық үдерістер; инфра- және ультрадыбыстық сәулелену; бір-бірінен көп құраушылы қатты денелерді өзара ерітуді жүзеге асыруға мүмкіндік беретін амплитудалары бар механикалық резонанстық құбылыстар; қуатты электромагнитті өрістер (он мыңдаған эрстед); қарқынды импульстік жарық, жылу, ультракүлгін, сондай-ақ рентгендік сәулелену. Барлық осы факторлар сұйықтыққа және оған салынған нысандарға физикалық және химиялық әсер етеді. Мысалы, кавитациялық ауалы кеңістіктердің дамуы мен жарылуы кезінде пайда болатын сұйықтықтың соққылық орын ауыстырулары металл емес материалдарды бұзуға және разряд аймағына жақын орналасқан металл объектілердің пластикалық деформациясын тудыруға қабілетті.

Электригидравликалық әсерге ілесе жүретін қуатты инфра- және ультрадыбыстық тербелістер ұсақталған материалдарды қосымша диспергациялайды, ірі объектілердің жекелеген кристалдық бөлшектерге резонанстық бұзылуын туындатады, синтездің, полимерлеудің, сорбциялық және химиялық байланыстардың үзілуін, қарқынды химиялық үдерістерді жүзеге асырады. Электрмагниттік разряд өрістері де разрядтың өзіне де, оның қоршаған сұйықтығынан өтетін иондық үдерістерге де күшті әсер етеді. Олардың әсерінен өңделетін материалда әртүрлі физикалық және химиялық өзгерістер болуы мүмкін [4–6].

Зерттеу жұмыстары кезінде ұзындығы 100 мм, диаметрі 32 мм құбырларды тазалау жұмыстары жүргізілді (2-сур.). Құбырлардың ішкі бетіндегі қақтың қалыңдығы қатты қабырғадан есептеген кезде 9 мм екені анықталды. Құбырдың ішкі диаметрі 32-мм-ден 14-мм-ге дейін азайғандықтан, сәйкес деңгейде берілетін сұйықтың мөлшері де кемиді. Тазартылуына қарай, электрод құбырдың барлық ұзындығы бойынша қарама-қарсы жаққа дейін қозғалады. Бір құбырды тазартқаннан кейін электрод келесі құбырға салынып, тазалау жұмыстары жалғастырылады.



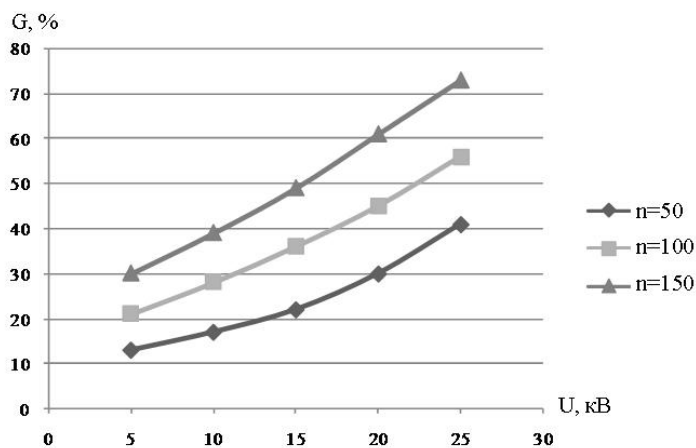
а) диаметрі 32 мм құбыр



ә) құбыр диаметрі бойынша қақтың фотосуреті

2-сурет. Ішкі бетінде қатты түзілістер қалыптасқан жылуалмастырғыш

Жылу тарату құбырларын тазалау жұмыстары импульсі разрядтар санының ($n=50 \div 150$) және жұмыс кернеуінің әртүрлі шамаларында орындалды ($U=5 \div 25$ кВ). Алынған мәліметтер бойынша құбырдың ішкі бетінің қатты қалдықтардан тазартылу дәрежесі (G) анықталды (3-сур.).



3-сурет. Құбырдың ішкі бетінің қатты қалдықтардан тазартылу дәрежесінің жұмыс кернеуі мен импульсті разрядтар санына тәуелділігі

Электригидравликалық әдіс көмегімен жазық жылу тарату құбырларын өңдеу кезінде құбыр бетіндегі қақтың бірте-бірте жойылатыны байқалды:

– импульсті разряд санының тұрақты мәнінде ($n=50$) жұмыс кернеуі шамамен $U=5$ кВ болғанда қатты қалдықтардан тазартылу дәрежесі $G=13\%$ -ды құраса, кернеу $U=10$ кВ-ке өзгертілгенде $G=17\%$, $U=15$ кВ кезінде $G=22\%$, $U=20$ кВ-та $G=30\%$, $U=25$ кВ кезінде жылу тарату құбырының тазартылу дәрежесі $G=41\%$ болды;

– импульсті разрядтар санын $n=100$ -ге өзгертіп, жұмыс кернеуінің шамасын $U=5$ кВ \div 25 кВ аралығына арттырғанда құбырдың ішкі бетінің қатты қалдықтардан тазартылу дәрежесі $G=21\%$ -дан 56% аралығын құрады;

– импульсті разрядтар саны $n=150$ кезінде жұмыс кернеуінің шамасын $U=5 \text{ кВ} \div 25 \text{ кВ}$ аралығына өзгертіп жылутарату құбырларын өндегенде құбырдың ішкі бетінің қатты қалдықтардан тазартылу дәрежесі $G=30\%$ -дан 73% -ға артты.

Тәжірибе барысында құбырларды тазалау үшін әртүрлі жұмыс электродтарын пайдалану жұмыстары жүргізілді. Қажетті электродты таңдап алу мақсатында бірнеше тазарту сынақтары орындалды. Ұзақ және үздіксіз жұмыс кезінде жұмыстық электрод пен оның оқшауламасының қысқаруы байқалды. Жылу тарату құбырларын тазарту кезінде РК75 маркалы радиожиілікті коаксиалды кабельдері жұмыстық электродтар ретінде пайдаланылды (1-кесте).

1 - кесте

РК75 маркалы электродтардың сипаттамасы [7]

Белгіленуі	Ішкі өткізгіш		Оқшауламасы	
	материал	диаметрі (d, мм)	материал	оқшау диаметрі (d, мм)
РК75-2-11	Мыс	0,37	Полиэтилен	2,2±0,1
РК75-4-12		0,72		4,6±0,12
РК75-4-12		0,78		4,6±0,12
РК75-4-15		0,72		4,6±0,12
РК75-4-16		0,78		4,6±0,12
РК75-7-11		1,13		7,25±0,15
РК75-9-13		1,4		9,0±0,15

Жұмыс режимі электродтың қысқаруы оқшауламаның қысқаруынан асып кететіндей етіп таңдалады, себебі электродтың артық ұзын бөлігі пайда болып, разрядтардың пайда болу жағдайларын күрт нашарлатады, тіпті қысқа тұйықталу пайда болуы мүмкін. Электродтың тозуы оқшаулаудың тозуынан асатын қажетті режимді қамтамасыз ету үшін электрод пен оқшаулаудың белгілі бір диаметрлері таңдалды (2-кесте). РК75 кабельдің ішкі өзегіндегі сым жұмыс жүргізу барысында балқуы салдарынан қысқарады.

2 - кесте

Жылу тарату құбырларын тазарту кезінде электродтың ұзындығына байланысты мәліметтер

РК75-2-11				
Импульсті разряд саны	жұмыс кернеуі $U=10 \text{ кВ}$		Жұмыс кернеуі $U=20 \text{ кВ}$	
	ішкі өзегінің қысқаруы (l, мм)	оқшауының қысқаруы (L, мм)	ішкі өзегінің қысқаруы (l, мм)	оқшаудың қысқаруы (L, мм)
100	0,7	0,9	1,1	1,4
200	1,1	1,3	1,6	2,2
300	1,6	2	2,2	2,6
400	2	2,2	2,8	3,3
РК75-4-15				
100	0,4	0,6	0,7	0,9
200	0,7	0,8	1,1	1,3
300	1,3	1,5	1,6	1,8
400	1,5	1,7	2,1	2,4
РК75-9-13				
100	0,2	0,2	0,5	0,4
200	0,5	0,4	0,9	1,1
300	0,9	0,8	1,3	1,4
400	1,2	1	2	2,1

2-кестеде келтірілген мәліметтерден РК75-9-13 маркалы электродты жылутарату құбырларын тазарту кезінде пайдаланған тиімді екенін байқаймыз. Бұл электродтың басқа маркалы электродтармен салыстырғанда ішкі өзегінің ($d=1,4 \text{ мм}$) және сыртқы оқшауының диаметрлерінің ($D=9,0\pm 0,15 \text{ мм}$) қалың болуына байланысты түсіндіріледі.

Электргідравликалық әдіс жылуалмастырғыш қондырғыларының қыздыру және салқындату беттерінің жылу өткізу қабілетін қалпына келтіруге, жылу алмастырғыш аппараттардың, жылытқыштардың, салқындатқыштардың, бу және су жылытқыш қазандықтардың, әртүрлі мақсаттағы құбыр жүйелерінің және басқа да объектілердің ішкі және сыртқы беттерін қақтардан тазартуға мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Богорош А.Т. Вопросы накипеобразования: учеб. / А.Т. Богорош. — Киев: Высш. шк., 1990. — 179 с.
- 2 Сагань И.И. Борьба с накипеобразованием в теплообменниках: учебник / И.И. Сагань, Ю.С. Разладин. — Киев: Техника, 1986. — 134 с.
- 3 Фесак Д.В. Проблема засорения трубопроводов теплообменника и методы её решения [Электронный ресурс] / Д.В. Фесак, А.А. Литвиненко // Современные научные исследования и инновации. — 2012. — № 4. — Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2012/04/11077>.
- 4 Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности: учебник / Л.А. Юткин. — Л.: Машиностроение, 1986. — 253 с.
- 5 Кусаиынов К., Кутнякова Н.Н., Сейсенбек Г.Е., Хасенов А.К. Высокоэнергетическое импульсное воздействие и исследование структуры накипных отложений теплообменных поверхностей // Физика и химия наноматериалов: материалы Междунар. школы-конф. молодых ученых (13–16 декабря 2005 года). — Томск: ТГУ, 2005. — С. 647–651.
- 6 Kuritnik I. Disintegration of copper ores by electric pulses/ I. Kuritnik, B.R. Nussupbekov, A.K. Khassenov, D.Zh. Karabekova // Archives of Metallurgy and Materials. — 2015. — Vol. 60, No. 4. — P. 2449–2551.
- 7 Описание и конструкция кабелей телевизионных РК [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.elcn.ru/inf/3763/>.

А.К. Хасенов, Б.Р. Нусупбеков, Д.Ж. Карабекова,
М. Стоев, Г.А. Булкайрова, А.Т. Кулжанбеков

Очистка теплораспределительных труб электрогидравлическим способом от твердых отложений

Статья посвящена методу очистки отложений труб и трубных пучков, образующихся на внутренних поверхностях при длительном использовании теплообменников. В связи с тем, что твердые накипи значительно снижают эффективность процесса теплообмена, были рассмотрены методы их очистки. Для решения проблем очистки труб от накипи используются различные виды оборудования. Все они имеют свои особенности и ограничения в зависимости от их применения. На своем опыте мы убедились, что нет единственного способа решения всех возникающих производственных задач по очистке теплообменного оборудования. При последовательном применении каждого вида оборудования для очистки аппаратов и трубопроводов возникает возможность решения поставленных задач. Одним из новых методов очистки твердых отходов на теплообменных поверхностях является электрогидравлический метод. При разработке электрогидравлической установки основное внимание было уделено возможности очистки трубопроводов от накипи высокой прочности. Также важным критерием при создании данного оборудования стали компактность установки, безопасность технологии, минимальное использование расходных материалов. Предложены параметры при очистке плоских труб электрогидравлическим методом. Результаты практики представляют интерес с научной и практической точки зрения. При длительной и непрерывной работе выбираются оптимальные параметры меди с изолированной полиэтиленовой изоляцией, в связи с сокращением рабочего электрода и его изоляции. Уникальность электрогидравлической установки заключается в том, что она способна очистить твердые отходы высокой прочности, а в ряде случаев позволяет очистить полностью засоренные трубы.

Ключевые слова: электрогидравлический эффект, рабочий электрод, воздушный искровой промежуток, число импульсных разрядов, рабочее напряжение.

A.K. Khassenov, B.R. Nussupbekov, D.Zh. Karabekova,
M. Stoev, G.A. Bulkairova, A.T. Kulzhanbekov

Cleaning of heat distribution tubes by electrohydraulic method from solid waste

The article is devoted to the method of cleaning the deposits of tubes and tube bundles forming on the inner surfaces with long-term use of heat exchangers. Due to the fact that solid scale significantly reduces the

efficiency of the heat exchange process, the methods of their purification were considered. Various types of equipment are used to solve the problems of descaling tubes. All of them have their own characteristics and limitations depending on their application. In our experience, we have seen that there is no single way to solve all the emerging production tasks for cleaning heat exchange equipment. With the consistent application of each type of equipment for cleaning devices and pipelines, it is possible to solve the tasks. One of the new methods of solid waste treatment on heat exchange surfaces is electrohydraulic method. During the development of the electrohydraulic installation, the main attention was paid to the possibility of cleaning pipelines from scale of high strength. Also an important criterion for the creation of this equipment was: the compactness of the installation, the safety of technology, the minimum use of consumables. The parameters were proposed when cleaning the flat tube by electrohydraulic method. The results of the practice are of interest from a scientific and practical point of view. With long-term and continuous operation, the optimal parameters of copper with isolated polyethylene insulation are selected, due to the reduction of the working electrode and its insulation. The uniqueness of the electrohydraulic installation is that it is able to clean solid waste of high strength, and in some cases allows to clean silted tubes completely .

Keywords: electrohydraulic effect, the working electrode of the air spark gap, the number of pulse discharges, the operating voltage.

References

- 1 Bogorosh, A.T. (1990). *Voprosy nakipeobrazovaniia [Questions of scale formation]*. Kiev: Vysshchaia shkola [in Russian].
- 2 Sagan, I.I., & Razladin, Yu.S. (1986). *Borba s nakipeobrazovaniem v teploobmennikakh [Control of scale formation in heat exchangers]*. Kiev: Tekhnishka [in Russian].
- 3 Fesak, D.V., & Litvinenko, A.A. (2012). Problema zasoreniia truboprovodov teploobmennika i metody ee resheniia [The problem of clogging of heat exchanger pipelines and methods of its solution]. *Sovremennye nauchnye issledovaniia i innovatsii – Modern research and innovation*, 4. Retrieved from <http://web.snauka.ru/issues/2012/04/11077> [in Russian].
- 4 Yutkin, L.A. (1986). *Elektrohidravlicheskii effekt i ego primenenie v promyshlennosti [Electrohydraulic effect and its application in industry]*. Leningrad: Mashinostroenie [in Russian].
- 5 Kusaiynov, K., Kutnyakova, N.N., Seysenbek, G.E., & Khassenov, A.K. (2005). Vysokoenergeticheskoe impulsnoe vozdeistvie i issledovanie struktury nakipnykh otlozhenii teploobmennykh poverkhnostei [High-energy impulse action and study of the structure of scale deposits of heat exchange surfaces]. Proceedings from Physics and chemistry of nanomaterials: *Mezhdunarodnaia shkola-konferentsiia molodykh uchenykh (13–16 dekabria 2005 hoda) – International school-conference of young scientists*. (pp. 647–651). Tomsk: TGU [in Russian].
- 6 Kuritnik, I., Nussupbekov, B.R., Khassenov, A.K., & Karabekova, D.Zh. (2015). Disintegration of copper ores by electric pulses. *Archives of Metallurgy and Materials*, 60, 4, 2449–2551.
- 7 Opisanie i konstruktsiia kabelei televizionnykh RK [Description and design of TV RC cables]. *elcn.ru*. Retrieved from <https://www.elcn.ru/inf/3763/> [in Russian].