

¹Шуюшбаева Н.Н., ²Нүсіпбеков Б.Р., ²Ахмадиев Б.А., ³Танашева Н.К., ¹Садвакасова Д.Ж.
¹Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті, Көкшетау, Қазақстан,
² Академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, Қарағанды,
Қазақстан. ³Қолданбалы математика институты, Қарағанды, Қазақстан.
nn_shuish@mail.ru

Үшқын разрядтарының электрлік сипаттамалары

Электроимпульстік механизмі уақыт бойынша бірінен соң бірі жүретін 2 түрлі процесс негізінде іске асады.

1. Қатты дененің беткі қабаттарының электрлік бұзылу нәтижесінде пайда болған үшқындық канал;

2. Үшқындық каналдың кеңеюі нәтижесінде механикалық кернеудің әсерінен қатты дененің бұзылуы.

Процесстің бірінші стадиясы кернеудің деңгейімен және потенциалдық бұзылудың техникалық параметрлерімен анықталады. Процесстің екінші стадиясында импульстік конденсаторда жинақталған энергияның материалдарды бұзуға жұмсалатын жұмысқа айналуы нәтижесінде, материалдардың ұсақтауға арналған минимал энергия сыйымдылығына алынады[1].

Разряд аралық қашықтықта өтетін процесс 2 электродтан қатты дене бетінде көптеген тармақты разрядтардың пайда болуынан басталады. Тармақты разрядтардың қозғалуына байланысты олардың ұшынан қатты денеде толық емес ойық каналдар пайда болады. Екі ортаның шекарасына енгізілген үлкен көлемді разряд қатты дене бетіндегі разрядтық процесстің өрбуін тежейді.

Разрядтық процесстің табиғаты импульс полярлығы мен қатты дене бетіндегі электродтардың орналасуына тікелей байланысты. Бұл зерттеулердің практикалық маңызы ойықтың технологиялық эффективтілігін көрсететін бұзылудың потенциалдық көлем мөлшері V , анықталатын қашықтығы l және қатты дене енгізілетін разряд тереңдігі h болып табылады. Әр түрлі авторлардың эксперименттік зерттеулерінің мақсаты қатты денеге разряд енгізу тереңдігі, бұзылу параметрлерінің электродтар арақашықтығы, кернеу импульсінің амплитудасы, сұйық пен қатты денелердің диэлектрлік және беріктік қасиеттерінің байланысын орнату болды. Бұл зерттеулер жүздеген тау кендерін трансформаторлық май, дизелді отын, негізі мұнай болатын қоспа және суда бұзу арқылы іске асырылған. Әдісті практикада қолдану үшін келесі шарттар маңызды: l разрядтық аралықтарын алшақтату өнімділікті арттырудың V және электроимпульсті бұзылудың энергия сыйымдылығын W кемітудің эффективті әдісін табу. l разрядтық аралықтарын арттырған кезіндегі электроимпульсті бұзылудың энергия сыйымдылығының W меншікті энергетикалық шығындары анағұрлым төмендейді [2-5].

Арнаның электрлік сипаттамалары дегеніміз арнадағы разрядтық ток пен кернеудің, арнаның кедергісінің, арнада бөлінетін энергия мен қуаттың уақыт бойынша тәуелділігін айтады. Разрядтық ток пен кернеудің осциллограммасы нәтижесінде электрод аралықта арнаның пайда болуы кезінде кедергінің күрт артатыны анықталған. Жоғарывольтты разряд үшін жұмыстық кернеу ондаған кВ болса, ұзындығы 5-10 мм электрод аралықтағы кедергі 10^2 Ом тең. Арна пайда болған кезде кедергі күрт азайып, минимум мәніне жетеді де, ток нольге ұмтылған кезде, қайта артады. Арна кедергісінің азаюы біріншіден, разрядты токпен қыздырылып жатқан плазманың температурасының артуынан, екіншіден каналға түсірілетін асқын қысымның әсерінен арнаның көлденең қимасының ауданының артуынан болады. Разряд соңында немесе әр жартылай период кезінде егер разряд тербелмелі болса, плазманың суынуы әсерінен арна кедергісі және арнаның көлденең қимасының ауданы артады.

Әр түрлі факторлар әсерінен разряд кезінде канал кедергісінің табиғаты өзгеріп отырады:

- разрядтық контурдың индуктивтілігі;
- конденсатор сыйымдылығы;
- кернеудің бастапқы мәні;
- электрод аралық кеңістіктің ұзындығы;
- сұйықтың өткізгіштігі.

Аталған факторлармен кедергінің арасындағы байланыс күрделі болып саналады. Ток өту табиғатына қарай разрядтар аперидотты, яғни разряд барысында ток бағыты өзгермесе және ток тербелісі байқалса периодты болып бөлінеді. Осыған сәйкес сындық разряд ұғымы енгізіледі. Сындық разряд үшін оның эффективті кедергісі толқындықпен теңеседі: $R_{эф} = \sqrt{\frac{L}{C}}$. [3]

1-кестеде тәжірибелер кезіндегі U жұмыс кернеуі мен импульстік конденсатордың C мәні, ал сыртқы оқшаулағышпен жерлендірілген өзегі бар РК-3 типті кабельден және жоғары вольтты электрод аралық l арақашықтықтың ұзындығы көрсетілген.

Кесте 1 - Әр түрлі уақыттағы алғашқы жарты периодты ток ұшқынын қамтамасыз ететін сыртқы параметрлердің басқару мәні

$U_0, 10^3 \text{ В}$	$C, 10^{-6} \text{ Ф}$	$I_p, \text{ м}$	$W, 10^3 \text{ Дж}$
20	1	0,007	0,288
28	1	0,010	0,420
35	1	0,012	0,612

Арна кедергісі қалған разряд тізбегінің кедергісінен едәуір асып түсетіндіктен, конденсатор арнасынан энергияны тасымалдау қарастырылған барлық жағдайда толығымен орын алады. Разрядтық контурдың индуктивтілігінің артуы мен электрод аралық кеңістіктің ұзындығының кемуінің әсерінен разряд өшетін тербеліс режиміне ауысады[6].

Арна кедергісінің табиғатына қарай минимал қуат стадиясында плазма суынатынын болжауға болады. Бұл әсер кейде разрядты тоқтатуға әкеледі.

Конденсатордың бастапқы кернеудің жоғарлауы кезінде белсенділер (лидерлер) саны артады. Нәтижесінде белсенді ток артып конденсатордағы кернеу кемиді. Арнаны қоректендіру үшін қалған энергия бұл бағытта азаяды да, сондай-ақ арнаны айналып өту әрекеттері азаяды.

Егер разряд сындық режимге жуық мәнде ағып жатса, аталған режим практикалық тұрғыдан маңызды болып табылады, разряд ұзақтығы $\tau \sim \pi\sqrt{LC}$ шамасына жуық болады. Өлшеулер минимал кедергінің төмендегідей әдіспен бағалауға мүмкін екендігін көрсетеді: ол бастапқы кернеудің жартысынан жоғары ток шамасының қатынасына тең, ал ол өз ретінде $C \cdot u \sim I_m \tau/2$ қатынасымен анықталады. Осы коэффициенттен R_m шамасы жуық мәндерде $I_m \tau / 4C$ шамаға тең екені анықталды. Барлық эксперименталдық мән осы формуланы пайдаланып табылған мәндермен жақсы сәйкес келетініне көз жеткізуге болады.

Разряд кезінде пайда болған максималды қуат мәні CU^2/τ , максимал ток ағыны $I_m \sim 4CU/\tau^2$ мәндерімен анықталады. Егер разряд режимі сыни мәнге жуық болса, жоғарыдағы коэффициенттермен есептелген мәндер эксперименталды түрде жақсы сәйкестенеді. Егер τ эксперименталды анықталған болып, арна тым ұзын болса, жоғарыдағы барлық коэффициенттер дұрыс мәндерді береді. Егер разряд тербелмелі белгілері бар режимде өтсе τ шамасы $\pi\sqrt{LC}$ шамасына жуық болып келеді. Әр түрлі параметрлері бар

разрядтық арнада ток пен кернеудің осциллограммасы судағы электр разряды өшетін тербелістер режимінде де ағып өте алатынын көрсетеді.

Сонымен қатар, каналда плазма күйінің құрамы өзгеретіні анықталып, оны сипаттайтын теңдеулер мен термодинамикалық функциялар анықталды.

Разрядтық тізбектің реактивті элементтерінде жинақталған түрлендіруші электр энергиясы қатты диэлектриктерді бұзуға жұмсалған энергияға –аралық күй -ойық каналдағы заттың ішкі энергиясы E арқылы айналады.

Мұндағы ішкі энергия айналу процесінде маңызды орын алып, ойық каналдың кеңеюіне байланысты қоршап тұрған диэлектрик жұмысына A түрленеді. $A = \int_0^{V_1} p dV$. Конденсатталған диэлектрик затының ойығына қолданылатын калориялық теңдеу қолданылған $E = \frac{\rho V}{\gamma - 1}$. Сілтілік галлоидты канал үлгісімен термодинамикалық функциясының, құрамы мен канал плазмасының теңдеуіне аналитикалық есептеулер жүргізуге болады. Бұл аналитикалық есептеулер ойық каналдың геометриялық өлшемдері мен берілген энергия мөлшері эксперименталдық-есептеу шамасына $u_3(t)$ сәйкестік береді[7].

Әдебиеттер:

1. Мельников Н.П. Предпробойное развитие электрического разряда в водных электролитах. Дисс. канд. физ.-мат. наук. -Л., 1969. - 132 с.
2. Попков В.И. К теории коронного разряда в газе при постоянном напряжении // Известия АН СССР. ОТН. - №5.-С.433-448.
3. К.А. Наугольных, Н.А. Рой. Электрические разряды в воде. Издательство: Наука. 1971.-152 с.
4. Семкин Б.В., Усов А.Ф., Курец В.И. Основы электроимпульсного разрушения материалов.– СПб.: Наука, 1993.– 276 с.
5. Малышевский П.П. Основы разрядноимпульсной технологии.- Киев:Наукова думка, 1983.- 270с.
6. Kussainov K., Shuyushbaeva N.N., Turdybekov K.M., Ahmadiev B.A. Optimization of technology of natural material destruction in the course of electrohydropulse drilling // International Scientific Colloquium: Modelling for Electromagnetic Processing. -Hannover, 2014. -P. 345-349.
7. Курец В.И. Усов А.Ф., Цукерман В.А. Электроимпульсная дезинтеграция материалов. - Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2002. - 321 с.

Shuyushbaeva N.N.¹, Stoev M.⁴, Akhmadiev B.A.², Tanasheva N.K.³, Altaeva G.S.¹

¹Kokshetau State University named after Sh. Ualikhanov, Kokshetau, Kazakhstan, ² Karaganda State University named after E.A. Buketov, Karaganda, Kazakhstan, ³Institute of Applied Mathematics, Karaganda, Kazakhstan, nn_shuish@mail.ru

Study of heat exchange processes on soil heat exchangers of a heat pump

Currently, people are faced with the problem of serious deterioration of the state of natural resources and the environment for all the most important environmental indicators. Environmental pollution has a serious negative effect on human health. According to international studies, about 40 thousand children under 10 years old have neurological disorders as a result of excessive exposure to lead. Kazakhstan is in second place in terms of total environmental pollution by organic substances among the countries of Central and Eastern Europe and Central Asia. In cities, there is a high level of air pollution; the level of concentration of particulate matter is ten times higher than similar indicators in the European Union. According to estimates, air pollution causes up to 6 thousand premature deaths per year.

Today, the world economy depends on the export of raw materials and is therefore largely affected by external sharp fluctuations in prices on commodity markets. For example, Kazakhstan