

Ý. Hommadow, G. Şukurowa

ELEKTRODIALIZATORYŇ KÄMILLEŞDIRILEN GÖRNÜŞINI IŞLÄP DÜZMEK

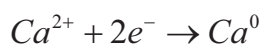
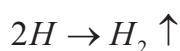
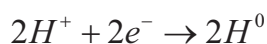
Hormatly Prezidentimiz Serdar Berdimuhamedowyň durmuş-ykdysady strategiýasynda obasenagat toplumyny okgunly ösdürmegiň, daşky gurşawy goramagyň, ilatyň ýaşayyş-durmuş derejesini gowulandyrmagyň möhüm şerti hökmünde suw serişdeleriniň rejeli peýdalanmagyna aýratyn ähmiýet berilýär. Ýurdumyzda ýerasty zeý suwlaryň akabalar boýunça “Altyn asyr” Türkmen kölüne akdyrylmagy, zeý akabalarynyň suwlaryny peýdalanmagyň ýola goýulmagy, ýerüsti suwaryşyň agrotehnikasynyň mundan beýläk-de kämilleşdirilmegi, suwaryşyň häzirki zaman usullarynyň ulanylmagy suw serişdelerinden rejeli peýdalanmagyň döwletimiziň syýasatynyň ileri tutulýan ugurlarynyň biridigine şaýatlyk edýär.

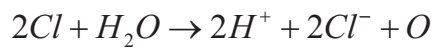
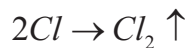
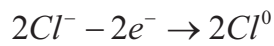
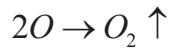
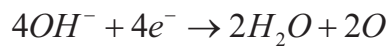
Asyryň iri taslamasy bolan “Altyn asyr” Türkmen köli zeý suwuny has rejeli peýdalanmaga, ýurdumyzyň suw serişdeleriniň möçberiniň ep-esli artdyrmaga we ony halk hojalygynyň hajatlary üçin ikinji gezek ulanmaga mümkinçilik berýär. Zeý suwlaryny ikinji gezek ulanmak üçin ony arassalamak zerurdyr. Häzirki zaman ylmy-tehnologik mümkinçilikler arkaly suwy arassalamagyň mehaniki, himiki, fiziki-himiki, biologiki usullary ulanylýar. Suwy arassalamagyň bu usullary suwuň düzümindäki demriň mukdaryny azaltmaga, talhlygyny peseltmäge, suwy ionlaşdyrmaga we minerallaşdyrmaga mümkinçilik berýär.

Ylmy we tehniki edebiyatlaryň seljermesi zeý suwlaryny arassalamagyň in oňalyly hem-de zýýansyz usuly hökmünde elektrodializi tapawutlandyrmaga esas berýär [1]. Elektrodializ bu fiziki-himiki jähtden zeý suwuny elektroliz hadysasy arkaly arassalanylşydyr. Elektrodializi amala aşyrmakda ulanylýan enjama bolsa elektrodializator diýilýär.

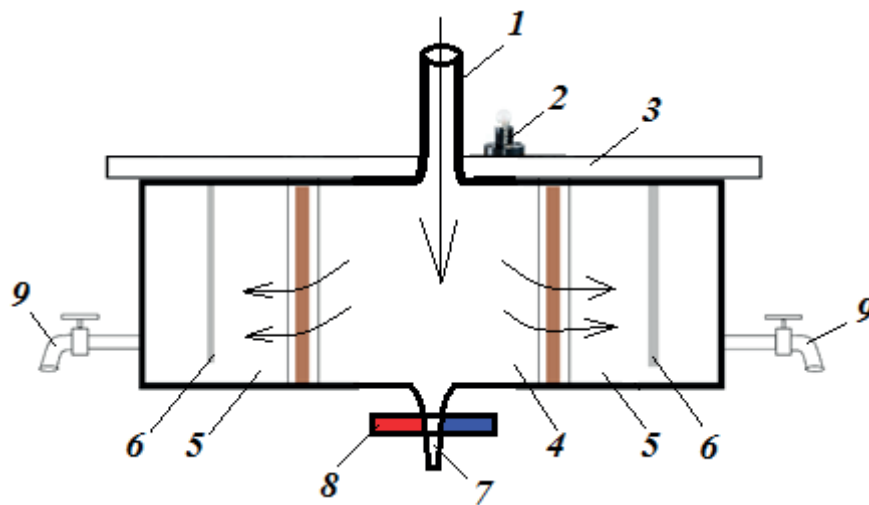
Ylmy işiň maksady zeý suwlaryny gaýtadan işlemegiň we ony halk hojalygynyň dürli pudaklarynda peýdalanmagyň tehnologiýasyny işläp düzmekden ybaratdyr.

Işiň usuly: ylmy işiň netijesinde suwy arassalamagyň ykdysady taýdan amatly – elektrodializ usulyna esaslanýan enjam hödürlenilýär. Hödürlenilýän elektrodializatoryň kömegi bilen talhlygy 1-102 mg-ekw/l çenli bolan suwlary arassalap bolýar. Elektrodializatorada döredilen elektrik meýdany zeý suwunyň düzümindäki ionlary dürli atly zarýadlanan elektrodlara (anoda we katoda) tarap süýşürýär. Şunlukda elektrodializatorada himiki reaksiýalaryň birnäçesi bolup geçýär:





Enjamyň gurluşy: Elektrodializatoryň ekologik taýdan arassa, ykdysady taýdan amatly bolmagy üçin ýarymgeçiriji membrananyň işini ýerine ýetiriji süzgüç hökmünde dokalmadyk pagta matasy ulanylýar. Süzgüjüň üstünden elektrodlara tarap geçýän ionly ergin gapdan krantjagazlar arkaly çykarylýar (1-nji surat, 9). Arassalanan suw bolsa ortaky gaba birikdirilen krantdan akdyrylýar.

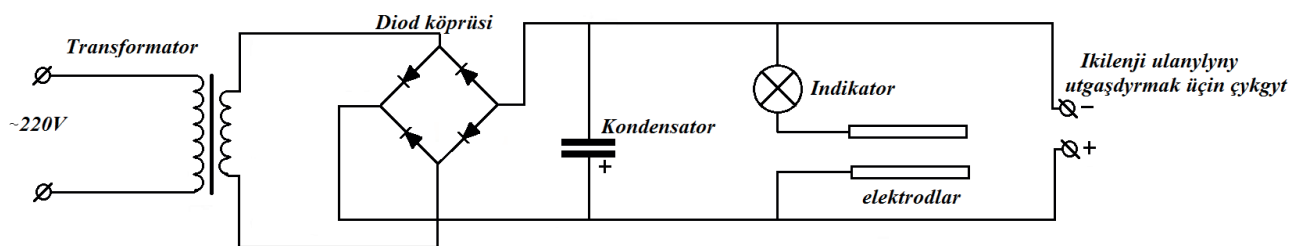


1-nji surat. Elektrodializ usuly bilen zeý suwuny arassalaýjy enjam:

- 1 – zeý suwy guýlýan guýguç, 2 – indikator, 3 – elektrik zynjyry, 4 – arassalanan suwly kamera, 5 – talh suwly kameralar, 6 – elektrodlar (anod we katod), 7 – arassa suwy almak üçin krantjagaz, 8 – suwy magnitlendiriji gurluş, 9 – ionly ergini akdyrmak üçin krantjagazlar

Enjam özara baglanyşykly üç kameradan, iki sany süzgüçden, elektrodlardan (anod we katoddan), elektrik energiýasyny tygşytly peýdalanmaga mümkinçilik berýän elektrik zynjyryndan, arassalanan we aşa duzly suwlary akdyrmak üçin üç sany krantjagazdan durýar. Dializatora 220W üýtgeýän naprýaženiýeli elektrik togy berlende enjamdaky elektrik zynjyrynda ol deň kuwwatly hemişelik elektrik toguna özgerdilýär we elektrodlara geçirilýär. Şunlukda, elektrik energiýasyny tygşytly peýdalanmak meselesiniň oňyn çözmek üçin elektrodlara berilýän tok arkaly ikilenji ulanyjyny işletmäge mümkinçilik berýän şahalanýan zynjyr ulanylýar. Elektrik zynjyryň çyzygysy 2-nji suratda berilýär.

Suwuň arassalanyş derejesine gözegçilik etmek üçin enjamda ýörite indikator – elektrik çyrasy ulanylýar. Suw arassalandygyça çyranyň ýagtylanyş derejesi peselýär we ol örän öçügsi ýananda ýa-da doly öçende suwy arassalama işi gutarnykly hasap edilýär. Arassalanan suw akdyrylýan krantda suwy magnitlendiriji gurluşy ýerleşdirmek arkaly elektrodializatordan arassalanan, magnitlenen suw alynýar. Ulanyjynyň islegine laýyklykda suwy magnitlendiriji gurluşy gurnamadan aýryp hem bolýar.



2-nji surat. Elektrodializatordaki şahalanýan elektrik zynjyryň çyzgysy

Elektrodializatorda 1 m³ mukdarda suw arassalananda $Q_e = 96491 (C_{başl} - C_{soň})$ elektrik mukdary harçalanýar. Bu ýerde Q_e – suwuklykdan akýan zaryadyň mukdary, $C_{başl}$ – elektrodializatora guýlan zeý suwundaky duzlaryň konsentrasıýasy, $C_{soň}$ – arassalanandan suwdaky duzlaryň konsentrasıýasydyr [2]. Suwdan akýan zaryadyň mukdaryny tok güýji arkaly aňlatsak, $I \cdot \tau = 26,8 (C_{başl} - C_{soň})$ deňlik alynýar. Bu ýerde: τ – suwuklykdan elektrik togunyň akýan ortaça wagty (10 ÷ 15 min deňdir). Tok güýjüniň bahasyny bolsa elektrodializatora utgaşdyrylan ampermetr arkaly kesgitlep bolýar. Eger zeý suwunyň düzümindäki duzuň başlangyç konsentrasıýasy belli bolsa, onda elektrodializatory τ wagt işledip gerekli mukdarda konsentrasıýaly arassalanan suw alynýar.

Adaty dializatorlarda ýüzlerçe suwy arassalaýjy kameralar ulanylýar. Hödürleýän enjamymyzda bir sany suwy arassalaýjy kamera bolup, ol elektrik energiýasyny tygşytlamaga mümkinçilik berýär. Nazary esasda hasaplanylanda 1 g-ekw ergini elektrodlara tarap süşürmek üçin 94491 Kl ýa-da 26,8 A-sag elektrik energiýasy harçlanýar. Zeý suwunyň talhlygyny azaltmak, süjjetmek üçin harçlanýan elektrik energiýasynyň mukdary aşakdaky deňleme boýunça hasaplanylýar [1; 5]:

$$W = \frac{26,8 (C_{başl} - C_{soň}) nU}{10^3 \eta}$$

Bu deňlemede 26,8 A-sag – 1 g-ekw mukdarly duzly ergini elektrodlara tarap göçürmek üçin harçlanýan kuwwat, $C_{başl}$ we $C_{soň}$ bolsa, ýokarda belleýşimiz ýaly, zeý suwunyň düzümindäki duzuň mg-ekw/l mukdardaky konsentrasıýanyň başlangyç we ahyrky bahalary, U – dializatora berilýän toguň napryžaňiýesi, n – elektrodializatordaki kameralaryň sany, η – enjamyň peýdaly täsir koeffisiýenti (enjamymyzda 70-80% deňdir).

Enjamyň netijeliliginiň barlagy: Elektrodializatoryň üstünden minutda 250 ml suw akdyrylyp, arassalanan suwuň himiki düzümi öwrenildi we alnan netijeler 1-nji tablisada getirildi. Alnan netijeler arassalanmadyk zeý suwunyň himiki düzümi bilen deňeşdirildi.

1-nji tablisa

Elektrodializator arkaly zeý suwy arassalamagyň görkezijileri

t/b	Suwuň hil düzümi we ölçeg birligi	Zeýkeşiň suwunyň hil we mukdar düzümi	Arassalanandan soň suwuň hil we mukdar düzümi	TDS talaplary
1	Wodorod görkezijisi	7,7	7,01	6,0-9,0 (TDS-837-2016)
3	Cl ⁻ (mg/l)	603,6	340	350 (TDS-18190-70)
4	F ⁻ (mg/l)	0,75	0,43	0,5-1,0 (TDS-979-2017)

1-nji tablisanyň dowamy

5	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	1200	248,9	500 (TDS-979-2017)
6	Suwuň ysy 20°C we 60°C çenli gyzdyrylanda, ballarda köp däl	5	2	2 (TDS-837-2016)
7	H ₄ SiO ₄ (mg/l)	14,1	5,7	1,0-10,0 (TDS-979-2017)
8	Li ⁺ (mg/l)	0,03	0,01	0,01-0,03 (TDS-979-2017)
9	Tagamlylygy 20°C, ballarda köp däl	3	2	20 (TDS-837-2016)
10	Reňkliligi, gradusda, köp däl	27	13,1	20 (TDS-837-2016)
11	Bulançaklygy, standart ölçeg boýunça (mg/dm ³)	1,7	1,48	1,5 (TDS-837-2016)
12	Fe ³⁺ (mg/l)	0,42	0,02	0,3 (TDS-4011-72)
13	Umumy talhlygy (mg-ekw/l)	16,24	8,46	10,0 (TDS-4151-72)

Geçirilen barlaglaryň netijeleri esasynda elektrodializ usuly bilen işleýän enjamymyzyň zeý suwuny duzlardan arassalaýandygyny görkezýär. Elektrodializ usuly bilen arassalananda zeý suwunyň düzümindäki duzlaryň mukdary, şonuň ýaly-da suwuň talhlygy birnäçe esse peselýär. Elektrodializ usulyny bilen arassalanan suwy halk hojalygynyň dürli pudaklarynda peýdalanmak bolýar.

NETIJELER:

1. Zeý suwlaryny arassalamakda elektrodializ usulyny peýdalanmak ykdysady taýdan amatly, ekologiýa taýdan oňaýlydyr.
2. Ylmy-derňewleriň netijesinde elektrodializatoryň kämilleşdirilen görnüşi hödürlenildi;
3. Hödürlenilýän elektrodializator arkaly zeý suwlary arassalananda elektrik energiýasy tygşytlamak mümkin;
4. Önümçilik şertlerinde bu elektrodializatoryň peýdaly täsir koeffisiýenti ýokary bolup (70-80%), ony ýurdumyzda öndürilýän önümlerden taýýarlap bolýar.

Seýitnazar Seýdi adyndaky
Türkmen döwlet mugallymçylyk
instituty

Kabul edilen wagty:
2023-nji ýylyň
20-nji ýanwary

EDEBIÝAT

1. Akhter M., Habib G., Qamar S. U. Application of Electrodialysis in wastewater Treatment and Impact of Fouling on Process Performance. *Ski Technol.* – 2018. – 8. – p. 2-8.
2. Pilat B. V., Casefor A. Electrodialysis // *J. Asian Water*, 2000, v. 16. – № 9. – p. 22-25.
3. Воронов Ю. В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник-изд. 4. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – С. 702.
4. Джубаи М. К., Алексеева Н. В. Эффективность электродиализа при очистке промышленных сточных вод // *Вестник технологического университета.* – Т. 23. – № 7. – 2020. – С. 33-39.
5. Миклашевский Н. В. Королькова С. В. Чистая вода. Системы очистки и бытовые фильтры. – Дюссельдорф, Киев, Москва: Санкт-Петербург, Арлит, 2000.