

SEMENT İSTEHSALI TULLANTILARININ ZƏRƏRSİZLƏŞDİRİLMƏSİ ÜSULLARININ ÖYRƏNİLMƏSİ



Ramiz Həsənlı,

Azərbaycan Texniki Universitetinin

Sənaye ekologiyası və həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi
kafedrasının dosenti, texniki elmlər üzrə fəlsəfə doktoru

e-mail: hasanli_dr@mail.ru

Aynurə Yariyeva,

Azərbaycan Texniki Universitetinin

Sənaye ekologiyası və həyat fəaliyyətinin
təhlükəsizliyi kafedrasının assistenti

e-mail: aynure_yariyeva@mail.ru



UOT: 502.74

Xülasə. Məqalədə sement istehsalının tozvari tullantılarının zərərsizləşdirilməsi üsulları araşdırılmış, həmçinin tozvari tullantıların yüksək ekotoksikliyə malik olması və zərərsizləşdirilməsinin optimal parametrləri müəyyənləşdirilmişdir.

Açar sözlər: sement, tozvari tullantılar, ekotoksiklik, ətraf mühit, ekologiya, neytrallaşdırma, zərərsizləşdirmə, utilizasiya.

Key words: cement, dusty waste, ecotoxicity, environment, ecology, neutralization, disposal, utilization.

Ключевые слова: цемент, пылевидные отходы, экотоксичность, окружающая среда, экология, нейтрализация, обезвреживание, утилизация.

Tullantıların zərərsizləşdirilməsi üçün onun qələvilik yaradan komponentlərini neytrallaşdırmaq lazımdır. Bu məqsədlə tullantı materialının sulfat turşusu məhlulu ilə emal edilməsini məqsəduyğun hesab etmək olar [1-4]. Çünki sulfat turşusu ilə emal iqtisadi və texnoloji, həmçinin emaldan sonra materialın tərkibində yaranan sulfat birləşmələrinin ətraf mühit üçün təhlükəsiz olması baxımından da əlverişlidir.

Tozvari materialın tərkibindəki K_2CO_3 -ün K_2SO_4 -ə, sərbəst CaO -nun $CaSO_4$ -ə çevrilməsi ekoloji baxımdan səmərəlidir. Çünki K_2SO_4 mineral gübrə, $CaSO_4$ isə inert materialdır. Heç də təsadüfi deyildir ki, zərərli maddələrin atmosfer havasında və su hövzələrində buraxılan qatılıqları normalaşdırılan reqlamentləşdirici sənədlərə K_2SO_4 və $CaSO_4$ daxil edilməmişdir [5-9].

Bilavasitə sulfat turşusu məhlulları ilə emal etməzdən əvvəl tozvari materialın adi su ilə müxtəlif nisbətlərdə qarışığının maye axıcılığını qiymətləndirmək lazımdır. Bu göstərici B:M nisbətinin texnoloji baxımdan əlverişli olan optimal qiymətini müəyyən etməyə imkan verir. Belə ki, B:M nisbətinin böyük qiymətlərində fazaların qarışdırılması çətinləşir, alınan pulpa bircins olmur, bərk və maye faza arasında nəzərdə tutulmuş kimyəvi reaksiyalar tam həcmdə getmir və s. B:M nisbətinin kiçik qiymətlərində isə pulpa xeyli durulaşdırılmış olur, istifadə edilən texnoloji avadanlıqların daha böyük tutumluları tələb olunur, pulpanın ümumi kütləsi artdığından onun nəql etdirilməsinə sərf edilən enerji xərcləri yüksəlir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, bərk fazanın su hopdurma qabiliyyəti bütün başqa şərtlər eyni olduqda, bərk

hissəciklərin dispersliyindən və onların islanma qabiliyyətindən də asılıdır. Baxılan halda tozvari materialın kifayət qədər hidrofily olduğu təcrübələrlə aşkar edilmişdir [7-10].

Qurudulmuş, yəni bilavasitə tullantı meydançasından götürülmüş tozvari materialın laboratoriya qarışdırıcısında 1:0,7, 1:1 və 1:16 bərk-maye nisbətində emalı göstərir ki, birinci halda qarışdırma prosesinin sonunda pulpa qatışır və kiçik fırlanma sürətində qarışdırma pulpanın bütün həcmində getmir. B:M=1:1,6 olduqda, pulpanın duruluğu yaxşı quraşdırmanı təmin edir, lakin axırncı halda pulpanın həcmi xeyli artmış olur. Yaxşı quraşdırmanı təmin edən B:M nisbətləri sulfat turşusu məhlulları ilə emal üçün qəbul edilməz ola bilər. Çünki istifadə edilən H_2SO_4 məhlulunda sulfatlaşdırılan komponentləri kimyəvi birləşdirmək üçün hesablanmış miqdarda sulfat turşusu olmalıdır. Belə stexiometrik miqdarı müxtəlif qatılıqlarda H_2SO_4 məhlulu ilə təmin etmək olar. Lakin tələb olunan stexiometrik miqdar yaxşı qarışdırmanı təmin edən qatılıqda H_2SO_4 məhlulu tərkibində olmalıdır. Belə olan halda yuxarıda göstərilən B:M nisbətlərinin yaxşı qarışdırmanı təmin edən qiyməti tozvari tullantını pulpa kəməri vasitəsi ilə nəql etdirmək üçün istifadə edilə bilər.

Tozvari materialın sulfat turşusu ilə emalını 5, 10, 15 və 20% (kütlə) qatılıqdakı məhlullarla apararaq ekoloji, texnoloji və iqtisadi baxımdan ən əlverişli rejimi seçmək lazımdır [1-10]. Tədqiqatlar üçün 95,7%-li və sıxlığı $\rho=1,835$ q/sm³ olan qatı sulfat turşusundan göstərilən qatılıqlardakı məhlullar 1l həllediciyə (distillə edilmiş suya)

$$V = \frac{1000 \cdot \rho_0 P}{(b - P) \cdot \rho'} \text{ (ml)}$$

düsturu ilə hesablanmış miqdarda qatı sulfat turşusu əlavə etməklə alınmışdır.

Burada, ρ_0 – həlledicinin sıxlığı, (q/sm³), P – hazırlanan məhlulun qatılığı, (% kütlə); bilkin məhlulda maddənin miqdarı, (% kütlə); ρ' – ilkin məhlulun qatılığı (q/sm³).

Aşağıda müvafiq qatılıqlı sulfat turşusu məhlulu almaq üçün 1l distillə edilmiş suya əlavə edilən qatı sulfat turşusunun hesablanmış miqdarı göstərilmişdir: 5% (kütlə) H_2SO_4 məhlulu ($\rho=1,033$ q/sm³) aldıqda 1l distillə edilmiş suya

30ml qatı ($\rho=1,835$, $b=95,7\%$ kütlə) sulfat turşusu; 10%-li H_2SO_4 məhlulu ($\rho=1,068$) aldıqda 1l suya 63,7ml qatı sulfat turşusu; 15%-li H_2SO_4 məhlulu ($\rho=1,102$) aldıqda suya 99ml qatı sulfat turşusu; 20%-li H_2SO_4 məhlulu ($\rho=1,14$) aldıqda 1l suya 140,63 ml qatı sulfat turşusu əlavə edilmişdir.

Sulfat turşusu ilə emal prosesində əvvəlcə tullantının tərkibindəki qələvi materialların birləşmələrinin (K_2CO_3 , Na_2CO_3 , $NaCl$) sulfatlaşdırılmasının mümkünüyü araşdırılır. Bu halda ehtimal olunur ki, tullantı materialına yüksək qələvilik verən komponentlər, ilk növbədə, reaksiyada iştirak edərək sulfat birləşmələri yaradır. Ona görə də sulfat turşusunun miqdarı stexiometrik olaraq yalnız ΣR_2O -nun neytrallaşdırılması üçün hesablanır və həmin miqdar 5%-li sulfat turşusunun hesablanmış həcmi ilə təmin edilir. Hesablamalarda sonuncu kimyəvi analizə əsaslanaraq K_2O -4,2% (kütlə), Na_2O -1,4% (kütlə) götürülmüşdür. Həmin miqdar müvafiq olaraq 100q qurudulmuş materialda 4,2 q və 1,4 q təşkil etməlidir. Bunların sulfatlaşdırılması üçün 127,4ml 5%-li H_2SO_4 tələb olunur.

Yuxarıda qeyd edilən mülahizələrə əsaslanaraq tozvari materialın 120°C-də qurudulmuş 50q nümunəsi 63,7ml 5%-li sulfat turşusu məhlulunda laboratoriya qarışdırıcısından istifadə edərək emal edilmişdir. Bu halda B:M nisbəti 1:1,3 təşkil etmişdir. Tozvari material laboratoriya qarışdırıcısının içərisində 63,7ml 5%-li H_2SO_4 olan stəkanına kiçik dozalarla, fasiləsiz olaraq daxil edilmişdir. İlk anlarda sulfatlaşdırıcı reaksiyaların getməsi CO_2 qabarcıqlarının ayrılması və stəkanda pulpanın həcmnin artmasının ayrılması ilə müşayiət edilmişdir. Lakin tozvari materialın ~ 4/5-2 hissəsini daxil etdikdən sonra pulpa qatışır və qarışdırma çətinləşir. Tozvari materialın qalan hissəsi əlavə edildikdən sonra qarışdırma mümkün olmur.

Göründüyü kimi, B:M nisbətinin 1:1,3 olmasına baxmayaraq, götürülmüş qatılıqda H_2SO_4 məhlulu ilə sulfatlaşdırma aparmaq mümkün olmur. Bu, qurudulmuş tozvari materialın daha çox su hopdurması, yalnız K_2O və Na_2O -nın stimullaşdırılması üçün hesablanmış sulfat turşusu məhlulunun materialın tərkibindəki qələvi-torpaq materialların (Ca, Mg) birləşmələri ilə reaksiyaya girməsi kimi izah edilə bilər. Digər

tərəfdən, tozvari materialın ilkin dozaları sulfat turşusu məhluluna daxil edilərkən onun tərkibindəki aktiv CaO-nun və CaCO_3 -ün izafi turşuluq şəraitində reaksiyaya girərək $\text{CaSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ əmələ gətirməsini də istisna etmək olmaz. Hər bir CaSO_4 molekulunun iki molekul kristallaşma suyunu cəlb etməsi də məhlulun tez qatılaşmasının səbəblərindən ola bilər.

Birinci təcrübənin nəticələrini nəzərə alaraq, sonrakı emalda materialın tərkibindəki $\Sigma\text{R}_2\text{O}$ -dan başqa, MgO (1,42%) və qismən də Ca birləşmələrinin sulfatlaşdırılması üçün 5%-li H_2SO_4 məhlulunun miqdarı hesablanmış izafiliklə götürülmüşdür. Bu təcrübədə 150°C -də qurudulmuş tozvari materialdan 50q nümunə 115ml 5%-li sulfat turşusunda laboratoriya qarışdırıcısından istifadə edərək 15 dəqiqə müddətində emal edilmişdir. Məhlulun həcmi əvvəlki təcrübəyə nisbətən iki dəfə artırıldığından qarışdırılma prosesi yaxşı getmiş, materialın ilkin paylarını məhlula daxil edərkən intensiv qazayırılma müşahidə edilmiş və sulfatlaşdırma otaq temperaturunda aparılmışdır.

Alınmış pulpa çəkisi məlum olan süzgəc kağızından süzülərək bərk faza məhluldan ayrılmışdır. Məhlulun pH-ı gözlənildiyindən yüksək 9,7-10 həddində olmuşdur. Çöküntünün 100ml su ilə yuyulmasından alınan məhlulun qələviliyi də yüksək (9,5-9,7) olmuşdur. Çöküntü süzgəc kağızı ilə birlikdə sabit çəki alınanadək 150°C -də qurudulmuş $Q_s=54,81\text{q}$ təşkil etmişdir. Süzgəc kağızının 2,5q kütləsini və qaçılmaz itkiləri nəzərə alsaq, $\Delta Q=54,81-50 \cdot 2,5=2,31\text{q}$ təşkil edir. Bu isə sulfatlaşma nəticəsində yaranan artımdan ibarətdir.

Bu təcrübədə məhlulun pH-nın yüksək olması sulfatlaşdırma üçün 5%-li H_2SO_4 məhlulunun məqbul olmadığını bir daha göstərmişdir. Məhlulun miqdarının artırılması isə B:M nisbətini aşağı salır ki, bu da emaldan sonra süzgüləmə vaxtını xeyli artırır. Sulfatlaşma prosesini yuxarıda təsvir edilən şəraitdə yenidən iki dəfə təkrarladıqdan sonra növbəti təcrübələrin 10%-li H_2SO_4 məhlulu ilə yerinə yetirilməsi məqsəda uyğun hesab edilmişdir. Belə ki, qələvi metalların birləşmələrinin sulfatlaşdırılması zamanı gözlənilən aktivliyi, reaksiya mühitində qələvi-torpaq metal birləşmələrinin vahid həcmdə çox olması və dəf edilməsi səbəbindən mümkündür.

Yeni təcrübələrdə tozvari material qurudulmadan, tullantı meydançasından götürülən ilkin nəmlikdə (1,28%) 10%-li H_2SO_4 məhlulunun K_2O , Na_2O , MgO və sərbəst CaO-nu kimyəvi əlaqələndirə biləcək miqdarı ilə emal edilmişdir. Hesablamalarla hər 100q tozvari materialın tərkibində olan: 4,2q K_2O üçün 41 ml 10%-li H_2SO_4 məhlulu; 1,4q Na_2O üçün 20,6 ml 10%-li H_2SO_4 məhlulu; 1,42 q K_2O üçün 32,6 ml 10%-li H_2SO_4 məhlulunun tələb olunduğu müəyyən edilmişdir. Həmin komponentlər üçün 10%-li H_2SO_4 məhlulunun cəmi 94,2 ml-i iştirak edir. Tozvari materialın faza tərkibində CaCO_3 , CaO və $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ birləşmələrinin olduğu yuxarıda qeyd edilmişdir. Distillə edilmiş su ilə qələviləşdirmə zamanı məhlula 485mq/l miqdarında Ca^{+2} ionları daxil olur. Lakin H_2SO_4 məhlulu ilə emalda sulfatlaşma reaksiyasına təkcə CaO yox, CaCO_3 da qismən cəlb edilir.

Məlumdur ki, CaO təbii mühitdə $\text{CaO} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3$ əmələ gətirir. Bu proses atmosferin nəmliyinin və havadakı CO-nin iştirakı ilə gedir. Lakin kristallik CaO nəmliyin və CO_2 -nin təsirinə az məruz qalır. Onun turşularla reaksiyası barəsində məlumatlar yoxdur. $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_3$ birləşməsinin zəif turşu mühitində özünü necə aparması da məlum deyil. Bütün deyilənləri və ilkin təcrübələrin nəticələrini nəzərə alaraq ehtimal etmək olar ki, tozvari materialın tərkibindəki $\Sigma\text{CaO}=37,93\%$ -in ən azı üçdə biri sulfatlaşdırma reaksiyasında iştirak edə bilər. Tullantının xırda dispersliyə malik olması da bu ehtimalı gücləndirir. Beləliklə, 12,64q CaO üçün 204,8ml 10%-li H_2SO_4 məhlulunu bundan əvvəl hesablanmış məhlulların cəminə əlavə etmək lazımdır. Bu halda 100q tozvari materialın sulfatlaşdırılması üçün 299ml ($41+20,6+32,6+204,8$) 10%-li H_2SO_4 məhlulu tələb edilir.

Tozvari materialın 10%-li H_2SO_4 məhlulu ilə emalı 50q qurudulmamış nümunələr üzərində aparılmışdır. Bu zaman sulfat turşusu məhlulunun miqdarı 150ml ($299:2=149,5\text{ml}$) götürülmüşdür. Əvvəlki təcrübələrdə olduğu kimi, tozvari materialı laboratoriya qarışdırıcısının stəkanına daxil etdikdən sonra qarışdırma 15 dəqiqə müddətində davam etdirilmişdir. Sulfatlaşdırma prosesinin əvvəlində intensiv reaksiyalar nəticəsində qaz qabarcıqları ayrılmış və

bu səbəbdən pulpanın həcmi 1,5 dəfə artmışdır. Bu proses 3-4 dəqiqə müddətində davam etmiş, sonra pulpa B:M nisbətində müvafiq olan həcmi almışdır. Nəzərdə tutulmuş sulfatlaşdırma müddəti başa çatdıqdan sonra alınmış pulpa məlum kütləli süzgəc kağızından keçirilir. Ayrılmış məhlulun pH-ı ölçülür və məhlulda K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ionlarının qatılığının analizi üçün nümunə götürülür. Süzgəc kağızı üzərinə yığılmış bərk faza ilə birlikdə kütləsi məlum olan faza kağıza yerləşdirilir və sabit kütlə alınanadək $150^{\circ}C$ -də qurudulur. Sabit kütlə məlum olduqda sulfatlaşdırmadan sonra bərk faza kütləsinin artımı hesablanır. Bu qayda ilə tozvari materialdan 5 ədəd nümunə sulfatlaşdırmaya məruz qalmışdır.

Təcrübənin bəzi parametrləri və alınan nəticələr *cədvəl 1*-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1.

Sulfatlaşdırmadan sonra məhlulda qələvi və qələvi-torpaq ionlarının qatılığı

Nümunələr	İonların qatılığı (mq/l)			
I	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
II	117,5	232,4	128,6	1,23
III	121,3	241,5	134,2	0,96
IV	115,4	238,7	130,5	1,44

Cədvəldəki rəqəmlərdən görünür ki, sulfatlaşdırmadan sonra pulpadan ayrılmış məhlulun pH-ı əməli olaraq neytraldır. Bu, nəzərdə tutulmuş neytrallaşdırma reaksiyalarının tam həcmdə getdiyini göstərir. İlk kütləsi $50 \pm 0,01q$ olan tozvari materialın emaldan sonra kütləsinin artması, yaranmış sulfat birləşmələrinin karbonatlara nisbətən molekul kütləsinin daha çox olması və onlardan bəzilərinin kristallaşma suyunu cəlb etməsi ilə izah edilir. Məsələn, K_2CO_3 -ün molekul kütləsi 138, K_2SO_4 -ün molekul kütləsi isə 174-dür. CaO -in molekul kütləsi 56, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ -nun molekul kütləsi isə 172-dir. Sulfatlaşdırılmış materialın qurudulmuş kütləsinin 12-13% həddində artması, onun emaldan sonra nəm halda basdırılması üçün yerləşdiyi xəndəkdən daha iri həcmli tələb olunacaqdır.

Sulfatlaşdırmadan sonra pulpanın süzülməsindən alınan məhlulun I, III, IV nümunələri üçün analizi

K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ionlarının qatılığını müəyyən etmək məqsədini daşımışdır. Nəticələri cədvəldəki rəqəmlərlə müqayisə etdikdə, qatılıqlarda kəskin fərqin olduğu aşkar edilmişdir. Lakin onu da qeyd etmək lazımdır ki, sonuncu analizdə məhlulda keçən ionların mənşəyinin tamamilə başqa olması məlum olmuşdur. Əgər cədvəl 1-də $1375mq/l$ qatılıqdakı K^+ ionları K_2CO_3 -ün distillə edilmiş suda parçalanması ($20^{\circ}C$ -də 52,8%) ilə bağlıdırsa, ikinci halda K^+ ionları məhlulda K_2CO_3 duzunun həll olmasının nəticəsidir. Məlumdur ki, $20^{\circ}C$ temperaturda $100q$ suda $11,1q$ K_2CO_3 həll ola bilər. Eyni məhlulda eyni zamanda sulfat ionlarının olması pH-ın neytrallığını təmin edir. Sulfatlaşdırmadan sonra alınmış bərk fazanın ekoloji baxımdan təhlükəsiz olmasının əsas göstəricisi, onun su mühitində qələvilik yaratmamasıdır. Bunu bir daha yoxlamaq üçün sulfatlaşdırmadan alınmış beş ədəd qurudulmuş bərk fazadan orta nümunə götürülərək distillə edilmiş su ilə emal edilmişdir.

Emal şəraiti sulfatlaşdırılmamış tozvari materialın ilkin təcrübələrdə emalı ilə eyni olmuşdur. Yəni sulfatlaşdırılmadan alınmış bərk fazaların orta nümunəsi $150^{\circ}C$ -də 4 saat müddətində qurudulub, otaq temperaturunda soyudulduqdan sonra ondan $20 \pm 0,01q$ çəkib, $200ml$ distillə edilmiş suda 30 dəqiqə müddətində laboratoriyaya qarışdırıcısında emal edilmişdir. Alınmış pulpa süzgəc kağızında süzülərək bərk faza məhluldan ayrılmışdır. Məhluldan nümunə götürülərək onun tərkibindəki Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ionlarının mq/l qatılığı müəyyən edilmişdir. Nəticələr *cədvəl 2*-də verilmişdir.

Cədvəl 2.

Sulfatlaşdırılmış materialın su ilə emalında məhlulda keçən qələvi və qələvi-torpaq metal ionlarının qatılığı

Nümunə	İonların qatılığı (mq/l)			
	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
Orta	137,5	262,5	141,8	1,2

Cədvəldən də görünür ki, sulfatlaşdırılmış tozvari materialın su ilə emalından məhlulda keçən ionların qatılığı sulfatlaşdırmaya məruz edilməmiş materialın su ilə emalından məhlulda keçən ionların qatılığından dəfələrlə aşağıdır. Birinci halda K^+ ionlarının məhlulda qatılığı 5,23

dəfə, Na^+ və Ca^{2+} ionlarının qatılığı isə 3,5 dəfə azdır. Sulfatlaşdırılmış materialın B:M nisbəti 1:10 olduğu şəraitdə, su ilə emalından alınmış məhlulun pH-ı isə bilavasitə sulfatlaşdırılmadan alınmış məhlulun pH-ları səviyyəsindədir (6,9-7,1), yəni neytraldır.

Alınmış nəticələr bir daha onu göstərir ki, tullantı materialının laboratoriya şəraitində zərərsizləşdirilməsi üçün müəyyən edilmiş sulfatlaşdırma parametrləri optimaldır. Tullantı meydanaçasında yığılmış tozvari materialın sulfatlaşdırılaraq zərərsizləşdirilməsinin texnoloji reqlamenti isə istifadə olunacaq avadanlıqlardan və sement istehsalının texniki imkanlarından asılıdır. Əgər sulfatlaşdırma fasiləsiz işləyən şnekli qarışdırıcıda aparılırsa, B:M nisbətini elə götürmək olar ki, sulfatlaşdırmanın sonunda pastaşəkilli qatı pulpa alınsın.

Nəticə. Tozvari tullantı yüksək ekotoksikliyə malikdir və onun açıq meydançada saxlanması və ya zərərsizləşdirmədən basdırılması (utilizasiyası) ekoloji cəhətdən yol verilməzdir. Materialın yüksək qələviliyi onun heç bir emala məruz edilmədən astar alçıları tərkibində doldurucu kimi istifadə edilməsi, hətta ən kiçik qatılarda belə (5-10%) mümkünsüzdür. Tozvari materialın zərərsizləşdirilməsi üçün onun sulfat turşusu məhlulu ilə emalı, sulfatlaşdırılmasının texnoloji parametrləri laboratoriya şəraitində hazırlanmalıdır. Belə emaldan sonra tozvari materialın tərkibindəki qələvi materialın karbonatları tamamilə, qələvi-torpaq metalların birləşmələri isə qismən sulfatlara çevrilir. Bu vaxt yaranan K_2SO_4 , Na_2SO_4 və CaSO_4 təbii mühit, xüsusilə balıqçılıq əhəmiyyətli su hövzələri üçün təhlükəsizdir. Sulfatlaşdırma üçün optimal variant tozvari materialın 10%-li sulfat turşusu məhlulu ilə B:M=1:3 nisbətində emalıdır. Bu proses üçün tətbiq ediləcək avadanlıqlardan asılı olaraq texnoloji reqlament hazırlanması və H_2SO_4 məhlulunun qatılığının artırılması hesabına B:M nisbətini azaldılması mümkündür. 1 ton tozvari materialın sulfatlaşdırılması üçün 3m^3 10%-li Na_2SO_4 məhlulu və ya 191,11 (0,35 ton) qatı (95,7%-li) sulfat turşusu tələb olunur.

ƏDƏBİYYAT

1. Химия. Справочник материалы. М., Просвещение. 2018, 162 с.

2. Громова Б.В. Безотходные технологии в черной и цветной металлургии. Материалы международной конференции. Малоотходные и безотходные технологии. София, НРБ, октябрь 2011, М., 2013.

3. Наркевич И.П., Печковский В.В. Утилизация и ликвидация отходов в технологии неорганических веществ. М., Химия, 2014.

4. Рекитара А. эффективность использования промышленных отходов в строительства. М., Стройиздат, 2016.

5. Сметанин В.И. Защита окружающей среды отходов производства и потребления. М., Колос, 2010.

6. İmanov Ə.M. və başqaları. Ənənəvi və gətirmə materialını əvəz etmək məqsədi ilə yerli material xammalların və sənaye tullantılarının tədqiqi. Bazar iqtisadiyyatına keçid dövründə tikinti materiallarının istehsalında elmi-texniki tərəqqinin sürətləndirmə yolları. Elmi əsərlərin tematik toplusu. Bakı, 2013, səh. 28-35.

7. Sadıqov A., Xəlilov İ. Ekologiya və ətraf mühitin mühafizəsi. 2009, 345 səh.

8. Алекперов А. Проблемы рационального использования вторичных ресурсов в Азербайджане. Баку, Элм, 2001.

9. Агаева З.Р. Утилизация отходов производства ряда присадок, загрязняющих окружающую среду. Азербайджанское нефтяное хозяйство. 2005, №6, с. 52-56.

R.Hasanli, A.Yariyeva

Study of methods for neutralizing cement production waste

Abstract

In the paper, methods of neutralizing dusty waste of a cement plant have been investigated. It has been established that dusty waste is a highly toxic material. The optimal dusty waste neutralization parameters have been determined.

Р.Гасанли, А.Ярьева

Изучение способов обезвреживания отходов цементного производства

Аннотация

Изучены методы обезвреживания пылевидных отходов цементных заводов. Установлено, что пылевидные отходы являются высокотоксичными материалами. Определены оптимальные параметры обезвреживания пылевидных отходов.