

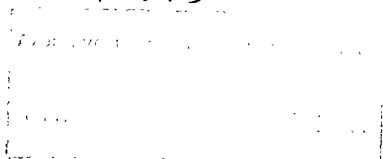
**VAQİF RƏHİMOV
TÜNZALƏ İSGƏNDƏROVA**

RADİASİYA EKOLOGİYASI

(ALİ MƏKTƏBLƏR ÜÇÜN DƏRSLİK)

*Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi
Elmi-Metodik şurasının 20.06.2012-ci il tarixli,
1/53 sayılı protokolu ilə təsdiq edilmişdir.*

12579



BAKİ – 2012

Elmi redaktoru: *Novruzov Vaqif Seyfəddin oğlu*
Biologiya elmləri doktoru,
professor, Əməkdar Elm Xadimi

Rəy verənlər: *E.M. Qurbanov*
Biologiya elmləri doktoru, professor
R.M. Quliyev
Kənd təsərrüfatı elmləri doktoru, professor
A.K. Seyidov
Kənd təsərrüfatı elmləri doktoru, professor
Y.D. Əliyeva
Kənd təsərrüfatı elmləri namizədi, dosent

V.İ.Rəhimov, T.H.İsgəndərova “Radiasiya ekologiyası”.
“Çıraq” nəşriyyatı, Bakı 2012, 448 səh.

Kitabda radiasiya ekologiyasının yeni bir sahə kimi qarşısında duran əsas vəzifələr və perspektivlər göstərilməklə bəşəriyyət üçün çox təhlükəli olan radioaktiv çirklənmələr, radionuklidlərin ekosistemlərdə miqrasiyası, canlı aləm üçün təhlükəsi, onların yaranma mənbələri, səbəbləri, eləcə də belə hallarda əhəlinin mühafizəsi və s. bu kimi məsələlər haqqında məlumatlar verilmişdir. Kitabdan ekologiyanın müxtəlif sahəsi ilə məşğul olan alim-tədqiqatçılar, müəllimlər, tələbələr, maqistrlər və geniş oxucu kütləsi istifadə edə bilər.

R $\frac{4702060200}{067}$ 2012

© V.Rəhimov, T.İsgəndərova.
© “Çıraq” nəşriyyatı, 2012.

ÖN SÖZ

Məlum olduğu kimi, ətraf mühit və onun komponentlərinin mühafizəsi ilə bağlı insanlar üçün ən təhlükəli vəziyyətin yaranması radioaktiv çirklənmə ilə əlaqədar baş verir. Belə ki, külli miqdarda ətrafa yayılan radioaktiv maddələr bir sıra fəsadların baş verməsi ilə bərabər, insanlar arasında qeyri-epidemik, ilk növbədə də onkoloji xəstəliklərin artmasına səbəb olur. Aparılan araşdırmalar nəticəsində aydın olmuşdur ki, radioaktiv çirklənmə bir sıra kimyəvi elementlərin, o cümlədən uran, torium, radium, kalifornium, transuran və bir çox başqa bu kimi maddələrin təbii, yaxud da süni parçalanması yolu ilə baş verir. Bəşəriyyət üçün ən böyük dəhşətlər insanlar tərəfindən toplanmış maddələrin süni olaraq parçalanması (texnogen ekoloji qəzalar, nüvə silahlarının sınaqdan keçirilməsi və s.) zamanı baş verir ki, bütün toplanmış şüalanmanın canlı aləmə və ümumilikdə biosferə təsirinin öyrənilməsində ekologiya elminin yeni və çox mühüm bir sahəsi olan radiasiya ekologiyasının böyük əhəmiyyəti vardır. Ona görə də ekologiya sahəsində ixtisaslaşan mütəxəssislər bütün biosferin xüsusiyyətlərini öyrəndiklərinə, eləcə də insanların biosferdəki yerini qiymətləndirməklə və başqa bu kimi məsələlərlə məşğul olduqlarına görə biosferdə radioaktivliyin vəziyyətinə, radioaktiv çirklənməyə laqeyd qalmamalı, radiasiya ekologiyası ilə bağlı məsələlərin araşdırılmasına, ümumiyyətlə elmin bu sahəsinin dərinədən öyrənilməsinə ciddi fikir verməlidirlər. Onu da göstərmək lazımdır ki, Azərbaycanda ekologiya və onun ən müxtəlif sahələrində, həmçinin radiasiya ekologiyası sahəsində elmi – tədqiqat işlərinin aparılması elm, təhsil, idarəetmə sistemləri arasında böyük əhəmiyyəti olan işgüzar əlaqələrin yaradılması, ətraf mühitin mühafizəsi məsələləri ətrafında ictimaiyyətin səfərbər edilməsi müasir dövrün ən böyük nailiyyətlərindəndir.

Kitabın yazılmasında əsas məqsəd Respublika universitetlərinin bir sıra fakültələrində “Radiasiya ekologiyasını” öyrə-

nən bakalavr və magistrələrə öz nəzəri və praktiki biliklərini möhkəmlətməkdə lazımı köməklik göstərməkdən ibarətdir. Kitabdan müvafiq ali məktəblərin və digər təhsil müəssisələrinin tələbələri, hazırlıq kurslarının dinləyiciləri və eləcə də ekologiya-yanın bu sahəsi ilə maraqlanan geniş oxucu kütləsi istifadə edə bilər. “Radiasiya ekologiyası” adlı dərsləyin yazılmasında ekologiya, radiasiya ekologiyası və ətraf mühitin mühafizəsinə dair elmi, elmi-metodik ədəbiyyatlardan, hesabatlardan, bir sıra dərslər və dərslər vəsaitlərindən, eləcə də internet məlumatlarından geniş istifadə olunmuşdur.

Müəlliflər kitabın hazırlanmasında köməklik göstərən bütün insanlara öz minnətdarlıqlarını bildirirlər.

GİRİŞ

Təbiətin qorunub saxlanması, ekoloji gərginliyin global səviyyədə aradan qaldırılması insanların və bütün canlı aləmin mühafizəsi deməkdir. Ona görə də ətraf mühitin, eləcə də onun bütün komponentlərinin etibarlı mühafizəsi son illərdə artıq beynəlxalq miqyasda mühüm layihələrə uğurla imza atan müstəqil Azərbaycan Dövlətinin apardığı məqsədyönlü daxili və xarici siyasətinin ayrılmaz tərkib hissəsi olmaqla əsas istiqamətlərindən biri sayılır.

Hazırda təbiətin mühafizəsi və onun ehtiyat mənbələrindən səmərəli istifadə edilməsi hər bir vətəndaşın əsas vəzifəsi olmaqla bərabər, elmi-texniki tərəqqi və texnologiya sivilizasiyanın gündən-günə artan uğurları ilə xarakterizə olunan cəmiyyətimizin müasir inkişaf mərhələsində ən aktual məsələlərdəndir. Ona görə də son illərdə respublikamızda ekoloji problemlərin həllinə ciddi fikir verilir və bu sahədə bir çox qanunlar, qərarlar qəbul olunaraq uyğun qanunvericilik təşkilatlarına təqdim edilir. Bütün bunların nəticəsində isə ətraf mühitin mühafizəsi və təbii ehtiyatlardan daha səmərəli, tükəndirmədən istifadə edilməsi üçün müvafiq qaydada tədbirlər həyata keçirilir.

Qeyd etmək lazımdır ki, ətraf mühitin mühafizəsi yenidən müstəqillik əldə etmiş gənc Azərbaycan Respublikasının qəbul etdiyi yeni konstitusiyada və dövlət qərarlarında öz əksini tapmış, həmçinin də müstəsna bir qanun kimi göstərilmişdir. Bütün bunların nəticəsidir ki, hazırda respublikamızda ətraf mühitin mühafizəsinə və təbii sərvətlərdən daha səmərəli istifadə edilməsinə ciddi fikir verilir.

Aparılan tədqiqatlardan məlum olur ki, istilik elektrik stansiyaları (İES) və atom elektrik stansiyaları (AES) ətraf mühitin çirkləndirilməsi nöqtəy-nəzərdən ən iri sənaye müəssisələri sırasına daxildir. Buna əsas səbəb İES-lərin buxar qazlarında çoxlu miqdarda üzvi yanacaqların yandırılması nəticəsində əmələ gələn zəhərləyici maddələrin və külli miqdarda çirkab

suların ətraf mühitə atılmasıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, İES-lərdə olduğu kimi, AES-lərdə də texnoloji proseslər zamanı külli miqdarda sudan istifadə edilir və I konturundan çoxlu sayda radionuklidlərin ətraf mühitə keçməsi baş verir. Bunun nəticəsində də bütünlükdə biosfer və onun komponentləri üçün hədsiz dərəcədə təhlükəli olan radioaktiv çirklənmə baş verir. Bu da ilk növbədə insan sağlamlığı üçün təşviş doğurmaya bilməz. Buna baxmayaraq, 2020-ci ilə kimi elektrik enerji istehsalının əsas hissəsi bu iki növ stansiyaların genişləndirilməsi nəticəsində əldə ediləcəkdir.

Onu da göstərmək lazımdır ki, XX əsrdə dünyada istehsal olunan elektrik enerjisinin 17 %-i nüvə energetikasının payına düşür. 2000-ci ildə 34 ölkədə 441 nüvə reaktorları fəaliyyət göstərməklə 42 ədədi də tikilmək üzrə idi. Aparılan araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, ən çox nüvə reaktoru Amerika Birləşmiş Ştatlarında (ABŞ) 110, Fransada – 57, Yaponiyada – 54, Rusiyada – 36, İngiltərədə – 35 qurulmuşdur.

Nüvə yanacaq siklinin bütün mərhələlərində; uran filizlərinin çıxarılması, zənginləşməsi, enerji istehsalı, radioaktiv tullantıların saxlanması zamanı ətraf mühit radioaktiv maddələrlə çirklənir.

Aparılan araşdırmalardan məlum olur ki, dünya miqyasında çıxarılan üzvi yanacaqların 40%-ə qədəri İES-lərdə yandırılır. Üzvi yanacaqların yandırılması nəticəsində əmələ gələn qaz və başqa yanma məhsulları zəhərləyici xassəyə malik olurlar. Bunlar hava və su hövzələrinə düşdükdə canlı orqanizmlərə öz toksiki təsirlərini göstərir və suyun keyfiyyətini kəskin dəyişir. Bununla yanaşı, onu da göstərmək lazımdır ki, texnoloji proseslərdə istifadə edilən sular çoxlu miqdarda müxtəlif qarışıqlarla (mexaniki qarışıqlar, turşu, qələvi, duzlar, neft məhsulları və s.) çirklənmiş olur. Belə çirkab suları su hövzələrinə atıldıqda oradakı suyun keyfiyyət göstəriciləri kəskin pisləşir. Nəticədə suyun orqanoleptik xassələri dəyişir və bu ekosistemlərin təbii tarazlığı pozulur. Beləliklə də, həmin sular təhlükə mən-

bəyinə çevrilirlər.

Bundan başqa, həm İES və həm də AES-lərdə nisbətən yüksək temperatura malik olan tullantı sular da vardır ki, bunlar su hövzələrinə atılan zaman onun temperatur rejiminə və canlı aləminə təsir edirlər. Ona görə də istilik elektrik stansiyaları və atom elektrik stansiyalarında ətraf mühitin mühafizəsi ilə bağlı aparılan elmi-tədqiqat işlərinin əsas məqsədi həm atmosferdə və həm də su hövzələrində zərərli maddələrin miqdarının minimuma, yəni buraxıla bilən norma həddinə qədər azaldılmasından ibarətdir. Bu sahədə aparılan fundamental və geniş miqyaslı elmi-tədqiqat işlərinin nəticələrinin araşdırılması ilə bağlı məlumatlardan aydın olur ki, yanma məhsullarının tərkibindəki küllün xaric edilməsi sahəsində daha böyük müsbət uğurlar əldə edilmişdir. Yanma məhsullarının tərkibində olan zəhərləyici qazların (oksid qazları) və ətraf mühiti çirkləndirən digər qatışıqların zərərsiz hala gətirilməsi, onların azaldılması ilə bağlı müsbət nəticələr əldə edilməsinə baxmayaraq, bu sahədə yenə də geniş elmi-tədqiqat işlərinin aparılmasına böyük ehtiyac duyulur.

Qeyd etmək lazımdır ki, İES-lərdən fərqli olaraq, AES-də nüvə yanacaqlarından istifadə edilir. Həmin bu yanacağın miqdarca sərfi İES-də istifadə olunan üzvi yanacaqlara nisbətən azdır. Ona görə də İES-dən fərqli olaraq, AES-lər tərəfindən ətraf mühitin çirklənməsi müəyyən qədər az olur. Burada atmosferin çirklənməsi ventilyasiya borularından atılan havanın tərkibindəki radioaktiv izotoplar və şüalanmış mexaniki qatışıqlar tərəfindən baş verir.

Aparılan çoxsaylı təcrübələrin nəticələri göstərir ki, AES-lərin normal işləməsi zamanı ətraf mühitə qaz halında ^3H -tritium, ^{85}K – radiokripton, ^{133}Xe –radioksenon CO_2 şəklində ^{14}C – radiokarbon yayılır ki, bunlar da radioaktiv çirklənməyə səbəb olur.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, yarım parçalanma dövrü az olan radioaktiv qazlar AESdən bir qədər aralıda olan zonala-

ra təsir göstərmir. Lakin yarımparçalanma dövrü 10 ildən çox olan radioaktiv tullantılar isə ekoloji təhlükə yaradır. Belə qazlara tritium $T_2=12,3$ il, kripton – $85=10,76$ il, karbon – $14=5730$ il göstərmək olar.

AES-lərdə 1 QVt elektrik enerjisi istehsal olunduqda 1 ton radioaktiv parçalanma məhsulları alınır. Bundan başqa, işlənmiş yanacağın tərkibində Plutonium və digər transuran elementlərinin izotopları toplanır.

Aparılan çoxsaylı araşdırmalardan belə aydın olur ki, nüvə texnikasının inkişafı ilə yanaşı, nüvə yanacağı istehsal birliklərinin və elmi-tədqiqat mərkəzlərinin təşkili də xarici mühitin radioaktiv maddələrlə çirklənmə ehtimalını artırır.

AES-lərdə xarici mühitin çirklənməsi həm radioaktiv, həm də qeyri – radioaktiv qatışıqlarla baş verir. Həmin bu texnogen çirkləndiricilər müxtəlif aqrekat hallarında olduqları üçün, onların zərərsizləşdirilməsi üsulları da çox müxtəlif olur.

Onu da qeyd etmək yerinə düşər ki, ətraf mühitin mühafizəsi məsələsi su mənbələrindən səmərəli istifadə edilməsi və təbii su ehtiyatlarının qorunması probleminin ayrılmaz tərkib hissəsidir. Ona görə də təmiz hava və su hövzələrinin çirklənməsinin qarşısını almaq üçün hazırda beynəlxalq miqyasda yeni mühafizə tədbirləri işlənir.

Ətraf mühitin təmiz saxlanılmasında istər İES-lərin və istərsə də AES-lərin böyük təsiri olduğu üçün bu sahədə hazırlanan ekoloq-mütəxəssislərdən hava və su hövzələrinin çirklənmə mənbələrini dəqiq bilməsi, bunun qarşısını almaq məqsədi ilə yeni təmizləmə üsullarından yaxşı istifadə edilməsi tələb olunur. Ona görə də ümumbəşəri bir elm hesab edilən ekologiya, başqa sahələrindən heç də az aktuallığa malik olmayan radiasiya ekologiyası, onun qarşısında duran vəzifələr, başlıca problemləri, gələcək inkişaf perspektivləri və s. bu kimi məsələlərin öyrənilməsinə ciddi ehtiyac vardır.

FƏSİL I

RADİASIYA EKOLOGİYASI EKOLOGİYA

ELMİNİN AKTUAL YENİ BİR SAHƏSİ KİMİ

1.1. Ekologiya və onun müxtəlif sahələrinin

tədrisində əsas məqsəd

Elmi-texniki tərəqqinin sürətlə inkişaf etdiyi müasir dünyamızda çoxsaylı ekoloji problemlər əsasında baş verən bir sıra fəlakətlər insan övladı üçün nüvə müharibəsi və münafişələri qədər təhlükəli olmuşdur. Həmin bu fəlakətlərin baş verməməsi, eləcə də onların nəticələrinin aradan qaldırılması istiqamətində ekologiya, ən müxtəlif bölmələrində geniş miqyaslı, bəşəri əhəmiyyətli elmi-tədqiqat işləri və axtarışlar aparılır.

Son illərin təcrübəsi sübut edir ki, hazırda insan cəmiyyətinin müasir yaşayışını ekoloji biliklərə yiyələnmədən təsəvvür etmək mümkün deyildir. Belə ki, yazıb-oxumağı, saymağı bilmədən, müasir texnologiyalara dair biliklərə və məlumatlara malik olmadan normal yaşayıb əməli fəaliyyət göstərmək nə qədər çətindirsə, ekologiya, bu və ya digər sahələrinə aid bilgilərə nail olmadan yaşamaq da bir o qədər ağırdır. Məhz buna görə də bu sahədə olan ehtiyacı nəzərə alaraq, ekologiya bütün ali məktəblərin tədris planına daxil edilmişdir və ya fakültativ bir fənn kimi geniş, çoxsaylı tələbə auditoriyalarında tədris olunur. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, ekologiya, tədrisində başlıca məqsəd insanları bu elmin mühüm nəticələri ilə tanış etmək, onlarda, xüsusilə də çoxmilyonlu tələbə-gənclərdə təbiətə düzgün münasibət formalaşdırmaq, təbii sərvətlərə qayğı ilə yanaşmaq, ekologiya ilə bağlı ən müxtəlif fikir və bilikləri ümumilikdə biosferlə cəmiyyətin əlaqələri baxımından tətbiq etməyi öyrətməkdən ibarətdir. Xüsusi ilə də hazırkı elmi-texniki tərəqqi dövründə insan təfəkkürünün ekolojiləşdirilməsi probleminin müvəffəqiyyətlə həlli üçün əhəmiyyətli ekoloji tərbiyə vermək çox vacib, eyni zamanda da təxirəsalınmaz bir işdir.

R.Sultanov, N.Sadıqova, Ü.Ataşova (2010) qeyd edirlər ki, ekoloji tərbiyə prosesində elmi dünya görüş formalaşır, o, insanın ətraf mühitə yanaşması və prinsiplərini tədqiq edir. Ekotərbiyənin əsasını elmi dünya görüş tutur, cəmiyyətin təbiətlə qarşılıqlı əlaqəsinin öyrənilməsi üçün biliklərin dərinindən mənimsənilməsinin formalaşdırılmasını izah edir. Təbii dəyərin başa düşülməsi (insan cəmiyyətinin müxtəlif tələbatının ödənilməsi mənbəyi kimi) həm bütöv, həm də geniş mənada qiymətləndirilməlidir.

Elmi dünyagörüşün əsas komponenti insanın təbiəti qorumağa inamıdır. Həmin inam ətraf mühitdə baş verən həm emosional, həm də motivləşdirilmiş əlaqələri özündə cəmləşdirir. Ekotərbiyə ilə bağlı aparılan araşdırmaların nəticələri sübut edir ki, bu məsələdə əsas yeri iqtisadi, sanitari-sağlam, elmi, humanist, estetik, vətənpərvər və başqa bu kimi motivlər tutur. Belə ki, iqtisadi motivlər təbiətdən və təbii ehtiyatlardan səmərəli istifadəsini müəyyən edir. Ekoloji tərbiyədə digər əsas yerlərdən birini tutan sanitari-sağlamlıq motivləri isə insanın ətraf mühitinin qorunmasına və onun hər növ çirklənmədən müdafiəsinə yönəldilmişdir.

Təcrübələr göstərir ki, ekoloji tərbiyə dərslərində ekoloji aspekt onun tədrisi prosesini daha da aktuallaşdırır. Bütövlükdə bu biliklər vətənpərvərlik və vətəndaşlıq istiqamətini dəqiq müəyyən etməklə bərabər həm də onun tələbələrin əxlaqi tərbiyəsində imkanlarını gücləndirir.

Tərəddüd etmədən demək olar ki, təbii sərvətlərdən istifadə edilməsinin getdikcə intensivləşməsi ilə əlaqədar insanın biosferlə qarşılıqlı fəaliyyəti sahəsində yeni-yeni problemlər gözlənilir və əhalinin həyatında ekologiyaya aid aldığı biliklərin rolu gündəlik həyatda sürətlə yüksəlir.

Ekoloji bilik – ekoloji mədəniyyətin formalaşmasında əsas bir mərhələ sayılır. Ümumiyyətlə, onu qeyd etmək lazımdır ki, elmi texniki tərəqqinin əsas şərtlərindən biri ekoloji mədəniyyətdir.

Ekoloji mədəniyyət – insanın təbiətə münasibətində bilik və bacarığının olmasını, ətraf mühitə qayğı ilə yanaşılmasını, təbiətin qorunub saxlanılmasına dair konkret hərəkətlərin ekotərbiyə və ekotəhsildə formalaşması kimi məsələləri özündə əks etdirir.

Ekoloji mədəniyyət bütün insanlarda bəşəri mədəniyyəti təcəssüm etdirən mədəniyyət, sivil inkişaf forması və təhsil mühitidir.

Hazırda beynəlxalq aləmdə hamı birmənalı şəkildə belə bir fikirlə razılaşır ki, artıq insanlarda mədəniyyətin, sivilizasiyanın yeni növü olan ekoloji mədəniyyət formalaşmalıdır. Əks təqdirdə insanların təbiətə, onun sərvətlərinə mənfi münasibəti dəyişilməyəcək, əksinə daha da dərinləşəcəkdir ki, bu da yolverilməzdir.

Ekomədəniyyətin əsas göstəricilərindən biri də praktik fəaliyyətdir. Burada təbii münasibətin motivləri şəxsiyyətin müsbət tərəfləri formalaşır.

Qeyd etmək lazımdır ki, tərkibinə görə praktiki fəaliyyət müxtəlif ola bilər, amma bu fəaliyyət ətraf mühitin vəziyyətinin yaxşılaşmasına yönəldilməlidir. İnsan nəinki təbiətin tələbini, normalarını bilməlidir, hətta onun obyektiv zəruriliyini dərk etməlidir. Bu məqsədə çatmaq üçün tələbəyə nəinki sosial, etik biliklərin mənimsənilməsi, hətta praktik təcrübəyə yiyələnməsi vacibdir.

Aparılan araşdırmalar göstərir ki, cəmiyyətin və təbiətin çox aspektli əlaqələrinin olmasının müəyyən edilməsində ekoloji təhsilin mühüm əhəmiyyəti vardır. Ekoloji təhsildə olan əsas prinsiplər bunlardır: intizamlı yanaşma, ekomaterialların sisteməlik və fasiləsiz öyrənilməsi, intellektual və emosional, eləcə də, emosional bilik, global, milli və s. əlaqələr.

Ekoloji təhsilin əsas elementləri bilik, vərdiş və bacarıq hesab edilir. Ekoloji təhsil:

1. əsas fikirlərin, anlayışların, təbiətlə cəmiyyətin qarşılıqlı əlaqəsinin açılması;

2. dəyərli ekoloji biliklərin formalaşması;

3. təbiətlə ünsiyyət münasibətlərinin inkişafı, real dünyanı mənəvi estetik həyəcanlarla qəbul etmək;

4. təbiətdə qaydalara və normalara riayət etmək, təbii mühitin çirklənməsi və dağılmasının qarşısını almaq;

5. təcrübi biliklərin mənimsənilməsi, təbiətə neqativ təsirin qarşısını almaq (sənaye, kənd təsərrüfatı, nəqliyyat, rekreasiya), onun vəziyyətini qiymətləndirmək və s. məsələləri əhatə edir.

Ümumiyyətlə, göstərmək lazımdır ki, ekoloji təhsil – ətraf mühit haqqında bütün bilikləri formalaşdırır, ətraf mühiti daha yaxşı öyrədir və s. praktiki tədbirləri özündə cəmləşdirir.

Ekoloji təhsilin əsas vəzifələri aşağıdakılardan ibarət olmalıdır:

1. cəmiyyətin hər bir üzvündə ekoloji şüurun bərqərar olmasını təmin etmək;

2. ekoloji səriştəliliyi formalaşdırmaq;

3. tələbələrdə, eləcə də şagirdlərdə ekoloji problemlərə yarıdıcı münasibət aşılamaq;

4. təbiətin, onun bütün sərvətlərinin, floranın, faunanın qorunub saxlanılmasını və onlardan səmərəli istifadə olunmasını tərbiyə etmək.

Ekoloji təhsilin yaranmasının və inkişaf etdirilməsinin əsas prinsipləri global ekoloji problemlərin yerli xüsusiyyətlərinin öyrənilməsindən, ekoloji problemlərə emosional münasibətlərin formalaşdırılmasından, bütün dünyada bu problemlərə eyni cür münasibət göstərilməsindən, canlıların hamısına hörmətlə yanaşılmasından, təbiətlə bilavasitə təmasda olmaqdan, ona çox həssaslıqla yanaşmaqdan, ətraf mühitin qorunmasında fəal mövqe tutmaqdan, nəhayət ekoloji təhsilin kiçik yaşlardan başlanmasından ibarətdir.

Ümumiyyətlə, göstərmək lazımdır ki, dünya bir materiya-
dır, o maddidir və özündə mürəkkəb sistem, həmçinin də elementlərin qarşılıqlı əlaqələrinin dəyişilməsi sürətini əks etdirir.

Təbiət və cəmiyyət bölünməyəndir, eyni zamanda bir biri ilə ziddiyyət təşkil edir. Məsələn, əmək prosesində təbiətin dəyişdirilməsi zamanı həm ətraf mühitə, həm də insan sağlamlığına təsir göstərir. Buradan belə bir nəticə çıxarmaq olar ki, ekoloji təhsil müasir şəraitdə təbiət və cəmiyyətin bir-birinə təsir edən müxtəlif aspektlərini (təbiət və cəmiyyət arasında enerji və informasiyanın intensiv artmasını, kosmos və biosferdə baş verən dəyişkənlikləri, dövrəyə daxil olan yeni kimyəvi maddələrin və ağır metalların daxil olmasını və s.) elmi şəkildə əsaslandırılmalıdır.

Ekoloji təhsildə bu kimi problemlərin həll olunması təbiətlə cəmiyyət arasında olan hərtərəfli ziddiyyəti açmağa kömək edəcəkdir. (R.Sultanov, N.Sadiqova, Ü.Ataşova, 2010)

1.2. Ekologiyanın inkişafı və radiasiya ekologiyasının yeni sahə kimi formalaşması

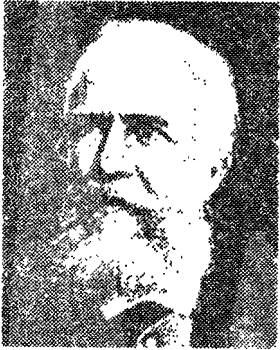
Ekologiya çox gənc bir elm hesab olunur. Əslində isə onun kökləri qədim dövrlərə qədər gedib çıxır. Hətta ibtidai insan belə ekoloji biliklərə malik idi.

Hazırda çox böyük aktuallığa və populyarlığa malik olan “ekologiya” sözü yunan mənşəli olub, sığınacaq, ev, vətən, yaşayış yeri mənasını verən “oikos” və “logos” – elm hissələrindən ibarətdir. Ədəbiyyat araşdırmalarından belə məlum olmuşdur ki, bu sözü ilk dəfə 1858-ci ildə Q.D.Toro işlətmişdir. Sonralar həmin söz bir növ unudularaq yaddan çıxmış və bir müddət, daha konkret desək, 8 il ərzində istifadə olunmamışdır.

1866-cı ildə alman biologu Ernest Hekkel (1834-1919) “Ekologiya” anlayışını yenidən işlətmiş və geniş yaymışdır.



Q.D. Toro



E.Hekkel
(1834–1919)

E.Hekkel öz əsərlərində dəfələrlə bu anlayışa mühüm yer vermişdir. Alman əsilli bu alim “Ekologiyani” zoologiyanın bir qolu, ümumilikdə bütün növ canlıların və onları əhatə edən canlı və cansız mühitin öyrənilməsi kimi təklif etmişdir.

Görkəmli bioloq və təkamülçü alim Ernest Hekkel özünün “Orqanizmlərin ümumi morfoloqiyası” kapital əsərində yazırdı: Ekologiya dedikdə biz təbiətin iqtisadiyyatına aid olan biliklərin cəmini başa düşürük: Ekologiya

ya heyvanların onu əhatə edən mühitlə (həm üzvi, həm də qeyri-üzvi) qarşılıqlı əlaqələrinin bütün məcmusunu, hər şeydən əvvəl təmasda olduğu heyvan və bitkilərlə bilavasitə və ya dostluq ya düşmənçilik əlaqələrini öyrənir. Bir sözlə ekologiya bütün mürəkkəb qarşılıqlı əlaqələri öyrənir. Bu əlaqələri Ç.Darvin (1809-1882) “yaşamaq uğrunda mübarizə”ni törədən şərait adlandırmışdır.

Qeyd edək ki, ədəbiyyatlarda da göstərildiyi kimi, ekologiyanın banisi, onun yaradıcısı canlı orqanizmlərin öyrənilməsinin əsasını qoyan Ç.Darvin hesab edilir.

Moskva Universitetinin professoru Karl Franseviç Rulye (1841-1858) praktiki olaraq ekologiyanın prinsipial problemlərinin tam siyahısını vermiş, lakin bu elmi adlandırmaq üçün ifadəli termini tapa bilməmişdir. O, ilk olaraq orqanizm və mühitin qarşılıqlı əlaqəsi prinsipini dəqiq təyin etmişdir. K.F.Rulye mühitlə qarşılıqlı əlaqəni iki kateqoriyaya bölmür: “fərdi yaşayış hadisəsi” və “ümumi yaşayış hadisəsi”, bu, orqanizm səviyyəsində və populyasiya, biosenoz səviyyəsində ekoloji proseslərin müasir təəvvürünə uyğun gəlir.

Qeyd edək ki, gərgin mübahisəli inkişaf yolu keçdikdən sonra müasir ekologiya formalaşdı: orqanizmlərin həyat tərzini

və orqanizmdən yüksək canlı sistemləri öz aralarında və ətraf mühitin cansız komponentləri ilə qarşılıqlı əlaqədə öyrənən elm ekologiya adlanır.



Ç.Darvin
(1809-1882)



K.F.Rulye
(1814–1858)

Ekologiya elminin ən gənc sahələrindən biri də radiasiya ekologiyasıdır. Radiasiya ekologiyası ümumbioloji elm olan ekologiyanın çox mühüm bir bölməsi olub, radioaktiv maddələrin, nuklidlərin orqanizmə təsirini, ayrı-ayrı ekosistem, populyasiya, orqanizm qrupu və orqanizmlərin ionlaşma şüalarına münasibətini, həmçinin ekosistemdə (populyasiya, biosenoloji mühit, xüsusi ilə torpaqda, biosenozlarda) nuklidlərin yayılması (paylanması) və miqrasiyasını öyrənir. Yerüstü təmiz suların və dəniz ekosistemlərinin radioekologiyasına bölünür.

Atom nüvə silahları və onların törədə biləcəkləri dəhşətli hadisələr haqqında nə qədər çoxlu məlumatlar olsa da radioaktiv maddələrin, atom nüvə şüalarının canlı aləmə təsiri və ümumiyyətlə nüvə şüalarının ekoloji təhlükəsinin araşdırılması ilə bağlı geniş, fundamental elmi-tədqiqat işləri aparılmasına hazırkı dövrümüzdə daha çox ehtiyac vardır. Çünki, atom silahının açıq aşkar hərbi məqsədlərlə tətbiq olunmasından yarım əsrdən xeyli artıq vaxt keçməsinə baxmayaraq, radioaktiv şüaların törətdikləri faciəli təzadlar hələ indiyə qədər davam edir.

Bundan başqa, onu da göstərmək lazımdır ki, bəşəriyyət hər an nüvə münəfişələrinin və texnogen ekoloji qəzaların təhlükəsi ilə qarşı-qarşıya dayana bilər ki, bu da bütünlükdə biosfer üçün çox qorxulu olan radiasiya çirklənməsinə səbəb olar. Belə ki, XX əsrin ən ağır faciələrindən olan Çernobıl atom elektrik stansiyasında baş verən qəzanın nəticələri hələ də bəşəriyyət üçün mühüm ekoloji problemlər yaradır.

Aparılan araşdırmalardan məlum olur ki, ətraf mühitin radioaktiv çirklənməsi prosesi əsasən 1940-1950-ci illərdən başlayaraq yaranmışdı. Bu illərdə atom bombasının hazırlanması və tətbiqi (avqust, sentyabr 1945-ci il Naqasaki və Xerasima şəhərləri –Yaponiya) nəticəsində antropogen radiasiya yarandı. Nüvə silahlarının təkmilləşməsi, quruda və suda nüvə sınaqlarının keçirilməsi tələbi yarandığından planetimiz radionuklidlərlə zənginləşməyə başladı.

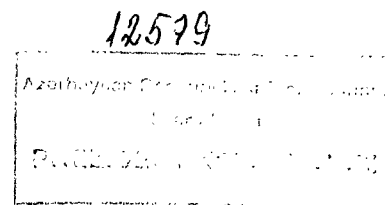
Təbii radioaktiv filizlərin çıxarılması, onların yenidən işlənərək Uran-235-in ayrılması, Atom elektrostansiyalarının (AES) istifadəyə verilməsi, bütün bunlar bilavasitə yer qabığında və atmosferdə radioaktiv izotopların yayılmasına səbəb oldu.

Bu dövrə qədər planetimizdə təbii olaraq radiasiya fonu mövcud idi və canlı orqanizmlər bu fona adaptasiya olunmuş hesab edilirdi. XX əsrin ortalarından başlayaraq radiasiya fonu bir neçə dəfə artmağa başladı. Digər tərəfdən insanların radioaktiv şüalarla şüalanması rentgen diaqnostikasının yaranması nəticəsində də baş vermiş oldu. Bütün bu göstərilənlər isə radiasiya ekologiyasının yaranması və inkişafı üçün zərurəti meydana çıxardı.

Ümumiyyətlə, qeyd etmək lazımdır ki, radiasiya ekologiyası XX yüzilliyin ən dəhşətli hadisələrindən biri hesab olunan Yaponiyanın Xerasima və Naqasaki şəhərlərinə atom bombasının atılmasından sonra baş vermiş bütün təhlükəli fəsadların elmi baxımdan düzgün araşdırılması ilə bağlı daha da güclü şəkildə inkişaf edərək formalaşmağa başlamışdır.

Radiasiya ekologiyası ilə bağlı aparılan araşdırmaların nə-

ticələrinə əsaslanıb belə bir yekdil fikri söyləyə bilərik ki, elmin bu sahəsinin inkişafının bəşəriyyətin gələcəyi üçün böyük global əhəmiyyəti vardır. Çünki, ətraf mühitin ən təhlükəli ekoloji problemlərindən sayılan radiasiya çirklənməsinin qarşısının alınması bəşəriyyətin sağlam gələcəyi üçün mühüm rol oynayır. Ona görə də texnogen ekoloji qəzaların və nüvə münəfişələrinin baş vermə ehtimalının qaçılmaz olduğu hazırkı dövrümüzdə ekologiya elminin yeni sahəsi olan radiasiya ekologiyasının inkişafına böyük ehtiyac vardır. Bunun üçün isə ilk növbədə geniş elmi-tədqiqat işləri aparılmalıdır. Bu məqsədlə aparılan elmi-tədqiqat işləri və araşdırmalardan əldə edilən bütün müsbət nəticələr mütəmadi olaraq öz praktiki həllini tapmalıdır.



FƏSİL II RADIOAKTİVLİK VƏ ONUN EKOLOJİ NƏTİCƏLƏRİ

2.1. Radioaktivlik hadisəsinin kəşfi

Elm və texniki tərəqqi ilə səciyyələnən yaşadığımız XXI əsrdə təbiətin elə hadisələri kəşf edilmişdir ki, indi onların cəmlənməsi ciddi nəzarət altında saxlanması global problemə çevrilmişdir. Məhz belə canlı aləmin gələcəkdə mövcud olması üçün ölçülməsi çətin təsəvvür edilən təhlükəli kəşflərdən biri radioaktivlik hadisəsinin, zəncirvari parçalanmanın və nəhayət, atom nüvə enerjisinin aşkar edilməsidir.



A.A. Bekkerel

Araşdırmalardan məlum olur ki, təbiətdə radioaktivlik hadisəsinin mövcud olması ilk dəfə 1896-cı ildə Fransız fiziki Antuan Anri Bekkerel tərəfindən aşkar edilmişdir. A.A.Bekkerel Uran düzunda lüminessensiya hadisəsinə öyrənərkən təsadüfən onun öz-özünə (spontan) naməlum şüalanmasını müşahidə edir.

Bundan demək olar ki, 2 il sonra isə süni radioaktivlik hadisəsi Pyer Kuri (1859-1906) və Mariya Sklodovskaya Kuri (1867-1934) tərəfindən kəşf edildi. Radioaktivlik hadisəsinin kəşfi ilə bağlı aparılan araşdırmalardan belə məlum olur ki, 1898-ci ildə Pyer və Mariya Kuri toriumun da şüalandığını aşkar edirlər. Onlar tərkibində Uran və Torium olan filizlər üzərində tədqiqat işlərini genişləndirməklə, o vaxta qədər məlum olmayan Urana və Toriuma nisbətən daha intensiv şüalar buraxan iki yeni kimyəvi elementi – polonium (${}_{84}^{210}\text{Po}$) və radiumu (${}_{88}^{226}\text{Ra}$) müəyyənləşdirirlər. Onlar belə

spontan şüalanma hadisəsinə *radioaktivlik*, şüalanmanın özünü isə *radioaktiv şüalanma* adlandırmışlar.



P Kuri
1859-1906



M. Kuri
1867-1934

Qeyd etmək lazımdır ki, Pyer Kuri görkəmli fransız fiziki, radioaktivlik təliminin banilərindən biri ferromaqnit xassəsini itirmə temperaturunu müəyyənləşdirməklə elmə böyük tövhiyə vermişdir. Onun həyat yoldaşı Mariya Sklodovskaya Kuri polonium və radium elementlərini kəşf edərək elm sahəsində çox böyük uğurlar qazanmışlar. Ümumiyyətlə, göstərmək lazımdır ki, radioaktivliklə bağlı aparılan tədqiqatlarda Kuriyə böyük əməyi vardır. Belə ki, ekosferdə məlum olan 50-dən artıq təbii radioaktiv izotopuna 1935-ci ildə Frederik və İren Colio-Kuri 200-ə qədər süni radioaktiv maddə əlavə etmişlər.

Pyer və Mariya Kuriyə radioaktivliklə bağlı kəşfləri bəşəri əhəmiyyətə malikdir. Onu da qeyd edək ki, 1903-cü ildə təbii radioaktivlik hadisəsinə kəşf etdiyinə görə A.A.Bekkerel, eləcə də radioaktivlik hadisəsinin, təbiətinin və onun xassələrinin müəyyənləşdirilməsindəki xidmətlərinə görə Mariya və Pyer Kuriyə, 1908-ci ildə isə radioaktivlik şüalanmasının komponentlərini və onların təbiətinin müəyyənləşdirilməsi sahəsindəki işinə görə E.Rezerford Nobel mükafatına layiq görülmüşlər.

1899-cu ildə ingilis fiziki Rezerfordun rəhbərliyi ilə radio-

aktiv şüalanmanın fiziki təbiətinin tətbiqi nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, radiumun radioaktiv şüalanması bircins olmayıb, mürəkkəb tərkibə malikdir. Rezerforda görə radioaktiv şüalar müxtəlif yüklü zərrəciklər selindən ibarətdirsə, onda maqnit sahəsində hər bir zərrəciyə Lorens qüvvəsi təsir göstərməlidir və bu səbəbdən zərrəciklər öz yolundan meyl etməlidir. Bu məqsədlə Rezerford güclü maqnit sahəsinin radium şüalanmasına təsirini tədqiq etmişdir. E.Rezerford müəyyən etmişdir ki, şüaların bir qismi öz əvvəlki istiqamətində yayılmaqda davam edir, bir qismi əvvəlki yayılma istiqamətindən sola, digər qismi isə sağa meyl edir. Bu şüaları uyğun olaraq γ –, α –, β – adlandırmışdır.

Keçən 115 ilə yaxın dövr ərzində radioaktivliklə əlaqədar olaraq bir çox təbiət elmləri sürətlə inkişaf etməklə yanaşı, yeni-yeni elm sahələrinin də əmələ gəlməsinə zəmin yaradıldı. Lakin etiraf olunur ki, radioaktivliyin ümumi mahiyyəti, radioaktiv maddələr tətbiq oluna bilən sahələr, onların canlı aləmə təsir mexanizmi və s. barədə məlum olmayan cəhətlər, necə deyirlər, açılmayan düyünlər kifayət qədərdir.

Ümumiyyətlə, qeyd etmək lazımdır ki, radioaktiv nüvələrin xassələrinin araşdırılması üzərində aparılan tədqiqatlardan aşağıdakı mühüm nəticələr alınır.

1. Maddənin radioaktiv şüalanmasına xarici amillər (kimyəvi birləşmənin növü, aqreqat halının dəyişməsi, mexaniki təzyiq, temperatur dəyişməsi, elektrik və maqnit sahələri və s.) təsir göstərə bilmir. Deməli, elementin radioaktiv xassəsi onun nüvəsinin quruluşu ilə əlaqədar olub, nüvə daxilində baş verən proseslərin nəticəsidir.

2. Radioaktiv şüalanma üç komponentdən (α – şüalanma β – şüalanma, γ – şüalanma) ibarət mürəkkəb tərkibə malikdir. Bu komponentlər bir-birindən əsasən nüfuzetmə və ionlaşdırma qabiliyyətinə görə fərqlənir.

3. Radioaktiv şüalanmaya məruz qalan atom nüvəsi başqa atom nüvəsinə çevilir. Bütün yuxarıda deyilənləri belə ümumi-

ləşdirmək olar.

Radioaktivlik bəzi atom nüvələrinin xarici təsir olmadan müxtəlif növ zərrəciklər buraxmaqla digər nüvəyə spontan çevrilməsidir.

Aparılan tədqiqatların nəticəsində məlum olur ki, müasir AES-lərin çoxunda uran-qrafit reaktorlarının yanma kamerasında yüksək dərəcədə istilik əmələ gəlir və onun təsiri altında müxtəlif radioaktiv maddələr (nuklidlər) yaranır. Çox vaxt izotop adlanan qaz, buxar və bərk halda olan bu maddələr reaktorlarda müxtəlif fiziki dəyişkənliklərə uğradığına görə geniş diapazonlu enerji növləri yaranır.

2.2. Radioaktiv maddələrin yarımparçalanma dövrü (YP)

Məlum olduğu kimi, ətraf mühitin radioaktiv çirklənməsində cüzi miqdar izotop hissəciklərinin olması kifayətdir. Bundan başqa, radioaktiv şüalanmanın mahiyyəti, təsir gücü və s. cəhətləri həmin maddənin yarımparçalanma dövründən çox asılıdır. Bəs görəsən radioaktiv maddənin yarımparçalanma (YP) dövrü nə deməkdir və onu bilmək hansı əhəmiyyət kəsb edir?

Hər hansı radioaktiv maddənin bütün nişanlanmış atomlarının 50%-nin tam parçalanması üçün sərf olunan vaxt – müddət YP dövrü hesab olunur. Maraqlıdır ki, radioaktiv maddənin YP vaxtını heç nə ilə artırmaq (sürətləndirmək), nə də ki qısaltmaq (ləngitmək) mümkündür.

Başqa sözlə desək, nə yüksək dərəcədə hərarət (istilik), nə aşağı dərəcədə soyuqluq (mənfi temperatur), nə təzyiq, nə vakuum, ümumiyyətlə heç nə radioaktiv maddələrin YP-sı üçün təbiət tərəfindən müəyyən edilən vaxt-müddəti dəyişə bilmir.

Aparılan araşdırmalar göstərir ki, radioaktiv maddənin parçalanması zamanı onun kütləsi zaman keçdikcə həndəsi proqres üzrə azalır. Nəzəri olaraq, radioaktiv elementin bütün kütləsi sonsuz zaman ərzində itir. Radioizotopun kütləsinin iki dəfə

azalmasından ötrü keçən vaxt yarımparçalanma (YP) dövrü adlanır.

Radioaktiv şüalanmanın mahiyyəti, təsir gücü və s. cəhətləri həmin maddənin yarımparçalanma dövründən çox asılıdır. Müxtəlif maddələrin kəskin fərqlənən yarımparçalanma dövrü vardır. Məsələn, arqon 41 üçün bu müddət – 2 saata, uran – 238 üçün isə – 4,5 mlrd ilə bərabərdir (cədvəl 2. 1)

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, radioaktiv maddələrin YP dövrü insan təsəvvürü üçün mümkün olan bütün vaxt ölçü vahidlərini əhatə edir. Belə ki, plutonium – 212-nin YP-sı üçün saniyənin 0,3 hissəsi bəs edirsə, toriuma - 232-nin YP-sı üçün 14 milyard lazım gəlir. Deməli, radioaktiv maddələrin YP vaxtını bilməklə, onların canlı aləm üçün təhlükə törədə bilən müddətini təyin etmək mümkündür.

Cədvəl 2.1

Ekoloji cəhətdən çox əhəmiyyətli olan əsas radioaktiv izotoplar (F. Ramad, 1981)

	Radioizotoplar	Yarımparçalanma dövrü	Şüalanma		
			alfa	beta	qamm a
A qrupu	1	2	3	4	5
	Karbon ¹⁴ C	5568 il		+	
	Trifium ³ H	12,4 il		+	
	Fosfor ³² P	14,5 sut		+++	
	Kükürd ³⁵ S	87,1 sut		+	
	Kalsium ⁴⁵ Ca	160 sut		++	
	Natrium ²⁴ Na	15 saat		+++	+++
	Kalium ⁹² K	12,4 saat		+++	++
	Kalium ⁴⁰ K	1,3 mlrd il		++	++
	Dəmir ⁵⁹ Fe	45 sut		++	+++
	Marqans ⁵⁴ Mg	300 sut		++	++
	Yod ¹³¹ I	8 sut		++	++

B qrupu	Stronsium ⁹⁰ Sn	27,7 il		++	
	Seziyum ¹³⁷ Sz	32 il		++	+
	Serium ¹⁴⁴ Se	285 sut		++	+
	Rutenium ¹⁰⁵ Rn	1 il		+	++
	İttrium ⁹¹ I	61 saat	+	+	+
	Plutonium ²³⁹ Pu	24000 il	++ +	+++	++
C qrupu	Arqon ⁴¹ Ar	2 saat		++	
	Kripton ⁸⁵ Kr	10 il		-	
	Ksenon ¹³³ Xe	5 sut		+++	

Sübut olunmuşdur ki, radioaktiv şüalanmanın intensivliyi ilə onun YP müddəti tərs mütənəsiblik təşkil edir. Başqa sözlə desək, bir qrup radioaktiv maddə daha “parlaq işıq” saçıb, tez də “sönürsə”, başqaları zəif şüalansa da daha uzun “ömür” sürürlər. Bu qanuna uyğunluqdan belə bir nəticə çıxarmaq olur ki, istər tibbi, istərsə də bioloji baxımdan ən təhlükəli izotoplar bir neçə dəqiqə və bir milyon il “ömür” sürən izotoplar yox, bir neçə gündən tutmuş, 10 illərlə “yaşaya” bilən izotoplardır.

Deməli, canlı aləmin (orqanizmin) hər hansı üzvünün hüceyrələrində nüvə quruluşunun pozulması üçün radioaktiv şüalanmanın müddəti, təsir gücü mühüm rol oynayır. Yəni, şüanın patoloji proses yaratması üçün saniyə deyil, saatlar, günlər və bəzən də aylar lazım gəlir.

Onu da göstərmək lazımdır ki, radioaktiv maddələrin orqanizmdə yayılması da eyni deyildir. Məsələn, aparılan araşdırmalar nəticəsində məlum olur ki, radioaktiv kalium, seziyum bədənində hər üzvündə yayıldığı halda, stronsium, radium və fosfor sümük toxumalarında toplanır. Rutenium, pollonium kimi izotoplar isə ən çox qaraciyər, böyrəklər və dalaqda məskən salır.

Yeri gəlmişkən yada salmaq lazımdır ki, α – şüalar müsbət yüklü (helium atomunun nüvəsi kimi), β – şüalar mənfi yüklü (elektronlar kimi) olduqları halda, γ şüaları qısdalğalı elektromagnit şüalarıdır. Ona görə də radioaktiv şüaların məsafə, səth,

manea qət etmələri də eyni deyildir. Məsələn, elə radioaktiv şüalar vardır ki, onlar üçün papiros kağızı keçilməz sədd sayılırsa, başqa şüaların qarşısını almaq üçün qalınlığı bir neçə metrə bərabər olan dəmir-beton divarlar belə kifayət etmir.

Radioaktiv şüalanma mənbə etibarlı ilə 2 cür olur: xarici və daxili. Xarici şüalanma zamanı şüa mənbəyi əsasən ətrafda olur və həmin ərazini tərk etməklə şüalanma təhlükəsindən qurtarmaq mümkündür.



E.Rezerford
(1871-1937)

Daxili şüalanmada isə radioaktiv maddə orqanizmin hər hansı bir üzvündə məskən salır. Daxili şüalanmadan yaxa qurtarmaq üçün ilk növbədə radioaktiv maddəni orqanizmdən ixrac etmək tələb olunur.

Maraqlıdır ki, hər radioaktiv maddə şüa xəstəliyi yaratmır. Başqa zərərli maddələr kimi canlı aləmin şüa xəstəliyinə tutulması üçün müəyyən “doza” tələb olunur. Ona görə də radioaktiv şüaların təhlükəsizliyini müəyyən edən norma sənədi kimi əsas sanitariya qanunu qəbul edilmişdir. Həmin sənədə görə radioaktiv maddələrlə təmasda olanlar üçün təhlükəsiz şüalanma dozası il boyu 5 berdən artıq olmamalıdır.

Ber (şüa ölçü vahidi kimi) qamma şüaları ilə müqayisədə rentgenin bioloji ekvivalenti kimi qəbul olunmuşdur. Göstərilən şüa vahidi insan orqanizmi üçün tam zişansız hesab olunur. 100-120 ber qəbul edənlərdə birinci dərəcəli şüa xəstəliyi əmələ gəlir. 600 ber isə ölümcül doza hesab olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, bir çox elmi-populyar yazılarda radioaktiv şüalanma dozasını bəzən “rad”la işarə edirlər. Rad hər hansı canlı orqanizm tərəfindən mənimsənilən enerji vahididir.

Daha aydın olmaq üçün göstərmək lazımdır ki, əgər 1 q toxuma (əzələ, sümük) 100 “erq”ə bərabər enerji udarsa, deməli, qəbul olunan şüanın miqdarı bir rad olmuşdur.

Şüalanmaya qarşı canlı aləmin müxtəlif reaksiya verməsi ilə yanaşı radioaktiv izotopların miqdara görə təsirinin də müəmmalı cəhətləri çoxdur. Belə ki, hələ indiyə qədər elmə dəqiq müəyyən olunmamışdır ki, sümük iliyinin zədələnməsi, ağ qan xəstəliyinin əmələ gəlməsi üçün hansı radioaktiv izotopdan nə qədər tələb olunur.

Ancaq onu bilir ki, qan doğuran üzvlərin xəstələnməsi üçün polonium izotopu “çox”, stronsium-90 isə “az” lazımdır. Həmçinin radioaktiv şüalar tutduqları mövqedən də asılı olaraq, onların təsir gücü xeyli fərqlidir. Məsələn, şüa mənbəyi xaricdən olan alfa şüasından adi kağızla qorunmaq mümkündür-

sə, həmin “əfəl” şüa orqanizmdə “qarşısına çıxan” hüceyrə to-
xumalarını, necə deyirlər, darmadağın edir.

Yuxarıda göstərilən qısa misallardan aydın olur ki, radio-
aktiv maddələrin canlı aləmə mənfi təsiri çoxcəhətlidir. Bunun-
la belə, radiasiyanın orqanizmdə yaratdığı fəsadlar barədə kifa-
yət qədər naməlum cəhətlərə hələ də qalmaqdadır. Bir daha eti-
raf etmək lazımdır ki, radioaktiv maddələr canlı aləm üçün təh-
lükəlidir. Çünki, təkamül dövrü boyu orqanizmlərin bu “yad”
maddələrlə qarşı təbii müqavimət qüvvəsi kifayət qədər yüksək
dərəcədə təkmilləşdirilməmişdir.

2.3. Radioaktiv maddələrlə çirklənmə mənbələri və onun ekoloji nəticəsi

Radioaktiv maddələrlə çirklənmə ilə bağlı aparılan çoxsay-
lı araşdırmaların nəticələrinə əsasən belə bir fikri söyləmək olar
ki, biosferin radioaktiv maddələrlə çirklənməsinin əsas mənbə-
ləri aşağıdakılardır:

1. uran sənayesi, müxtəlif növ nüvə reaktorları,
2. radiokimya sənayesi,
3. radioaktiv tullantıların emalı və saxlanılan yerləri
4. nüvə partlayışı və s.

Uran sənayesi uran və onun birləşmələrinin çıxarılması,
emalı, zənginləşdirilməsi, nüvə yanacağının istehsalı ilə məşğul
olur. Uran sənayesinin hər bir sahəsi biosferi çirkləndirə bilər.
Məsələn, fitoritli uranın zənginləşdirilmə zavodlarında qaz dif-
fuziyalı oyuq kaskadlarından keçirilməsi zamanı UF₆ ətraf mü-
hitə süzülə bilər.

Aparılan araşdırmalardan da aydın olduğu kimi, ətraf mü-
hitə küllü miqdarda radioaktiv tullantılar AES-lər işləyərkən
daxil olur. Bu da ekosistemlərin və onların komponentlərinin
ətraf mühit üçün hədsiz dərəcədə təhlükəli olan radioaktiv çirk-
lənməsinə səbəb olur. (şəkil 2.1., 2.2) Xüsusi ilə də AES-lər qə-
za hallarında işləyərkən ətraf mühitin radioaktiv nuklidlərlə

çirklənməsi təhlükəsi yaranır ki, onların nəticəsində ağır ekolo-
ji problemlər ortaya çıxır. Belə ki, AES-lərdə baş verən texno-
gen ekoloji qəzalar nəticəsində ətrafa küllü miqdarda radioaktiv
maddələr atılır və bütün bunlar ilk növbədə təbiətin şah əsəri
olan insan üçün təhlükə mənbəyinə çevrilir.

Hazırda elektroenerji istehsalının əsas hissəsi kömür, neft,
qaz, yanacaq şistlər kimi təbii xammalın yandırılması, həmçi-
nin hidroelektrik stansiyalarının və su anbarlarının tikilməsi ilə
çayların enerjisinin istifadə olunması həyata keçirilir. İES-lərin
istismarı böyük miqdarda üzvi yanacağın sərfi onun zənginləş-
dirilməsi, daşınması, külli miqdarda tullantıların yaranması ilə
bağlıdır. Bunlar ətraf mühitin çirkləndiricilərinin əsas mənbəyi
olmaqla kül və şlam yığımlarının, əmələ gəlməsinə səbəb olur-
lar. Nəticədə isə geniş torpaq sahələri zəbt olunur.

Qeyd etmək lazımdır ki, üzvi yanacaq ehtiyatlarının yaxın
onilliklərdə tükənə biləcək ehtimalı var.

Hidroelektrik stansiyanın tikilməsi su anbarı üçün böyük
torpaq sahəsi tələb edir. Bununla yanaşı hidroqurğular yeraltı
suların səviyyəsinə təsir göstərir, torpağın duzlaşmasına və
onun məhsuldarlığının azalmasına gətirib çıxarır.

Böyük sürətlə inkişaf edən sənaye, nəqliyyat, kənd təsərrü-
fatı daha çox elektrik enerjisi tələb edir. Bu isə yeni enerji mən-
bələrinin axtarışını zəruri edir. Ən perspektivli nüvə və termo-
nüvə enerji növləridir.

Nüvə yanacağı resursları, xüsusi ilə çox və praktiki olaraq
tükənməzdir. Nüvə enerjisi milyarda dəfə üzvi yanacaqdan
çoxdur.

Aparılan müqayisə göstərir ki, gücü 1 mln kVt olan müasir
elektrostansiyada 1 sutka ərzində 750 ton kömür, 400 ton neft
və ya 250 q uran-235 lazım gəlir, halbuki, termonüvə reaktö-
runda cəmi 34 ağır hidrogen tələb olunur.

Radioaktiv çirklənmənin ekoloji nəticələri. Nüvə enerjisi-
nin istehsalı bir neçə ardıcıl mərhələdən ibarətdir: uran saxtala-
rında nüvə yanacağının çıxarılması, lazımı halda onun zavod-

larda zənginləşdirilməsi, yanacağın “tərkib hissəsinin” istehsalı, onların reaktora yerləşdirilməsi və xüsusiləşdirilmiş müəssisəyə göndərilməsi.

Ətraf mühitin çirklənməsi ehtimalı göstərilən ədəbiyyatlarda əhəmiyyətli dərəcədə müxtəlifdir.



Şəkil 2.1. Ətraf mühitin radioaktiv çirklənməsi



Şəkil 2.2. Radioaktiv çirklənmə mənbələri

Saxtalardan xammalın çıxarılması və zənginləşdirilməsi zamanı ətraf mühitin çirklənməsi böyük deyildir. Ən ciddi çirklənmə nüvə yanacağının istehsal edən zavodlarda baş verir. Müasir tipli nüvə reaktorları iki halda radioaktiv çirklənmə yaradırlar: normal iş zamanı və qəza vəziyyətində.

Atom müəssisələrində ən təhlükəli qəza – I dərəcəli soyutma dövrünün pozulmasıdır.

Hazırda atom reaktorlarının üç əsas tipi mövcuddur:

1. *Təbii uran – qrafit-qaz sxemi ilə işləyən reaktorlar.* Bu halda reaktor valının soyudulması təzyiq altında aparılır. Bu tipli reaktorlarda nüvə yanacağın əhatə edən örtüyün qəza nəticəsində dağılması, çox nadir hallarda baş verir. Karbon qazının radioaktiv qarışığı yarım çevrilmə halı iki saat olan arqon – 41-dir. Arqon – 41 stansiyada yığılır və aktivliyi əhəmiyyətli dərəcədə azaldıqda müəyyən vaxtdan sonra atmosfərə tullanır. Bu tipli reaktorların demək olar ki, bərk və maye tullantıları yoxdur. Onlar ətraf mühiti yalnız arqon -41 qazı ilə cüzi dərəcədə çirkləndirirlər. Arqon – 41 inert qazdır və qısa yarımparçalanma müddəti ilə çoxlu miqdarda yığıla bilmir.

2. *Zənginləşdirilmiş uran – ağır su sxemi ilə işləyən reaktorlar.* Bu reaktorlar ətraf mühiti əhəmiyyətli dərəcədə çirkləndirirlər. Onlar qapalı sikl üzrə işləmələrinə baxmayaraq, bəzən örtüyün kipliyi pozulur. Bundan əlavə bu reaktorlarda periodik olaraq birinci dövrdə suyun dəyişdirilməsi lazım gəlir.

Örtüyün kipliyinin pozulması soyuducu suyun parçalanma məhsulları ilə çirklənməsinə gətirir: bunlar kripton-85, ksenon-133, yod-131 (uçucu maddələr və ya qazlar) və tritium. Nadir elementlərin radioaktiv izotopları və yod-131 atmosfərə, tritium isə buraxıla bilən qatılıqları nəzərə almaqla çaylara tullanır. Hidrogenin radioaktiv izotopu olan tritium reaksiyasının üçüncü etapında əmələ gəlir. Elektrik stansiyalarında istehsal olunan hər min meqavata bir neçə min Küri tritium əmələ gəlir. II tipli bu cür stansiyalar atmosfərə I tipli stansiyalara nisbətən az qaz tullayır (ildə bir neçə 10 Küri). Lakin II tipli reaktorlar-

da yod-131 və kripton-85 ayrıldığı üçün yüksək bioloji aktivliyə malikdirlər. Kripton-85 yarımparçalanma müddəti 10 ilə bərabər olduğu üçün o, atmosferdə yığılır.

3. *Zənginləşdirilmiş uran-qaynayan su sxemi üzrə işləyən reaktorlar.* Bu reaktorların yalnız bir dövrəsi vardır. Su valının soyudulmasını və buxar trubininin işləməsini təmin edir. Bu tipli stansiyalarının üstünlüyü ondadır ki, tritium əmələ gəlmir. Lakin kripton-85 miqdarı çox olur. Bu isə ciddi çətinliklər yaradır. Qısa yarımparçalanma müddəti olan elementləri məhv etmək üçün onları bu vaxta bərabər olan müddətə saxlamaq lazımdır. Lakin müasir atom elektrik stansiyalarında bu qazlar saxlanılmadan atmosfərə atılır.

Qeyd etmək lazımdır ki, ətraf mühitə radioaktiv tullantılar atmayan reaktorların yaradılmasının texniki imkanı mövcuddur. Analoji sistemlərdə Kr^{85} və J^{131} yığılıb saxlanılır, tritium isə I dərəcəli dövrədə istifadə olunur. ABŞ-da bu tipli iki reaktor tikilib. Burda radioaktiv tullantıların zənginləşdirilməsi problemi, yalnız nüvə yanacağının alınması zamanı yaranır.

FƏSİL III RADİONUKLİDLƏR

3.1. Radionuklidlər və onların ekotoksiki təhlükəsi

Məlum olduğu kimi, artıq XX yüzilliyin ikinci yarısından etibarən dünyanın bir sıra inkişaf etmiş ölkələri nüvə potensialına malik idilər. 1940-1950-ci illərdə, ilk dəfə atom stansiyaları istifadə ediləndə və bir sıra dünya ölkələrində nüvə potensialı toplanmağa başlayanda, təbiəti və insanı əhatə edən mühitin radioaktiv çirklənməsi problemi yarandı. Nüvə silahları arsenalının yaranması daima nüvə qurğularının təcrübədən keçirilməsini tələb edirdi. Məlum olduğu kimi, bu da troposferin bütün qalınlığına çoxlu miqdarda ətraf mühit üçün hədsiz dərəcədə təhlükəli olan süni radioaktiv elementlərin səpələnməsi ilə müşahidə olunurdu.

Ekosistemlərin təbii tarazlığının pozulmasına səbəb olan radioaktiv çirklənmənin başlıca mənbələri radioaktiv xammalın çıxarıldığı və emal edildiyi nüvə tsikli müəssisələr, sonralar isə istismarı zamanı qaz şəkilli maye və bərk radioaktiv tullantılar əmələ gətirən AES-lər oldular. Göründüyü kimi, bu problem uzunmüddətli tarixə malik deyil, lakin ionlaşdırıcı şüaların mənbələrin canlı orqanizmlərə təsiri XX əsrin ortalarından başlamayıb, belə ki, təbii radiasiya fonu yaradan radionuklidlər Yerin atmosferində də dağlıq mənzələrdə də həmişə olmuşlar. Bu fonun böyüklüyü ərazinin hündürlüyündən, köklü altlıqlı mənzələrin gündəlik yaxınlığından, müəyyən növlü geokimyəvi anomaliyalardan asılı olaraq çox güclü şəkildə dəyişir. Bununla yanaşı o, demək olar ki, heç zaman canlı orqanizmlər üçün təhlükəli həddə çatmır. Nüvə partlayışlarının atmosferdə və suyun altında keçirilməsi nəticəsində vəziyyət sürətlə dəyişdi: radiasiya çirklənməsi sürətlə artmağa başladı və qlobal ölçüyə çatdı.

İndiki zamanda ölkəmizin sakinlərinin aldığı radioaktiv

şüalanmanın orta dozası təbii fona nisbətən çox da güclü artmayıb.

Texnogen şüalanmanın ümumi balansında radioaktiv çirklənmə ilə deyil, rentgenadiagnostika ilə bağlı göstəricilər üstünlük təşkil edir. Lakin Rusiyanın geniş əraziləri süni radionuklidlərlə o qədər güclü çirklənib ki, orada yaşamaq təhlükəli olub. Rusiyada çirklənmiş ərazinin və obyektlərin dəqiq miqdarı məlum deyildir. Dolayı qiymətlər minlərlə iri obyektlər və on minlərlə yüksək radiasiya fonu lokal ərazilər haqqında danışmağa imkan verir. Yalnız Sankt-Peterburqda 1993-cü ilin başlanğıcı üçün 1537 γ – şüalanma anomaliyası, təxminən o miqdarda da Moskvada aşkar edilmişdir. Bu siyahıya qeyri-nüvə sənaye və istilik elektroenergetika müəssisələrindən daxil olan təbii radionuklidlərlə çirklənmiş meydanları da əlavə etmək lazımdır.

ABŞ-in, Rusiyanın nüvə və termonüvə silahlarının yerüstü sınaqları dayandırıldıqdan sonra daha çox nəzərə çarpan radionuklidlərin antropogen mənbələri nüvə və istilik kompleksləri müəssisələri (AES), istilik alma və alınmış radioaktiv tullantıları emalı zavodları olmuşdur. Yəqin ki, üzvi istilik qazıntıları nın artan çatışmazlığı şəraitində energetikanın bu sahəsində hələlək başqa alternativini yoxdur və buna görə də bu vəziyyət davam edəcəkdir.

Radioaktiv mənbələr (bunlara radionuklid deyilir) təbii və süni olmaqla iki qrupa ayrılır: birinci qrup radionuklidlər kosmogen olub ^3H , ^7Be , ^{14}C , ^{22}Na , ^{24}Na radioaktiv izotoplardan ibarətdir. İkinci qrup radionuklidlər ətraf mühitin çirklənməsi zamanı mövcud olmaqla ^{40}K , ^{238}U , ^{232}Th izotoplarından ibarətdir. Süni sintez olunan radionuklidlərin sayı 21 olub, onlardan da 8-i (^{14}C , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{89}Sr , ^{106}Rn , ^{144}Ce , ^{131}I , ^{95}Zr) insanların şüalanma mənbəyi kimi qeyd edirlər. Buna görə də onlar əhəlinin sağlamlığı üçün çox təhlükəlidir.

Təbiətdə rast gəlinən təbii radionuklidlərin üç qrupu. Mü-təxəssislər təbiətdə müşahidə olunan təbii radionuklidləri üç

qrupa ayırırlar:

Birinci qrupa Uran – 238, Uran – 235 və Torium – 232 radioaktiv ailələrin tərkibinə daxil olan radionuklidlər aiddir. Bu radionuklidlər yerin kosmogen əmələgəlmə mərhələsində artıq mövcud idi.

İkinci qrupa Kalium – 40, Rubidium – 87 və s. radionuklidlər aid edilir. Onların yaranmasını yerin planetar inkişaf mərhələsi ilə bağlayırlar.

Üçüncü qrupa biosferdə kosmik şüaların təsirindən yaranan tritium, karbon – 14, berillium – 7 və s. kimi radionuklidlər aid edilir.

3.2. Radioloji və toksikoloji cəhətdən ən təhlükəli radionuklidlər

Radiasiya çirklənməsi ilə bağlı ədəbiyyatlarda da qeyd olunduğu kimi, radionuklidlər içərisində radioloji və toksikoloji cəhətdən stronsium – 50 və seziyum – 137 bütün canlılar, eləcə də ümumilikdə biosfer üçün daha çox təhlükəli hesab olunurlar.

Məlum olduğu kimi, bitki və heyvanların radioaktivliyini təyin edən aparıcı radionuklid fonu K – 40 hesab olunur.

Kalium – 40 (^{40}K) gümüşü ağ metal olub, oksigen və su ilə tez reaksiyaya girir. İzotopların təbii qarışıqlarında (^{39}K , ^{40}K , ^{41}K) radioaktiv kaliumun miqdarı miqrasiya həlqəsindən asılı olmayaraq daimi olub, 0,0118 kütlə, % təşkil edir.

Aparılan araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, kalium orqanizmdə ən çox əzələlərdə toplanır.

Yer qabığında torpaqda ikinci geniş yayılan və radionuklid miqrasiyasının sonrakı həlqəsində əsas fon Uran – 239 (^{239}U) sayılır (az miqdarda Uran – 235 (^{235}U) və Uran – 234 (^{234}U) qarışığı ilə). Kalsiuma oxşar ağ gümüşü metaldır. Hava, su buxarı, turşularla (qələvi ilə yox) reaksiyaya girir. Kalsium kimi mühitdə mineralların ən çox uranit və kariatitlərin tərkibində olur. İnsan orqanizminə uranın sutkalıq daxil olması orta he-

sabla 1-10 mkq qədər olub, 300 mkq-a qədər çatır. Yer in normal radiasiyalı ərazilərində insanın yumşaq toxumalarında Uranın miqdarı olduqca az olur.

Radium fon şüa yüklənməsinin formalaşmasında -238-in parçalanma məhsulu olmaqla urandan kimyəvi aktivlik və ona müvafiq şəkildə mühitdə miqrasiya həlqələrində böyük mühərrikliyi ilə fərqlənir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, ilk dəfə insanlar tərəfindən kəşf olunan radionuklid radiumdur. Bu hadisə 1898-ci ildə baş vermiş və məhz həmin kəşfə görə Ariya və Yer Kürilər 1903-cü ildə Nobel mükafatına layiq görülmüşlər.

Radiumun bütün izotopları radioaktivdir. Ən geniş yayılanı çox yaşayan yarımparçalanma dövrü 1620 il olan izotopdur.

Radon (^{222}Rn) rəngsiz, iysiz və dadsız qazdır. Radiumdan sonra ikinci süni radionuklid – radon 1908-ci ildə alman alimi Ramzay tərəfindən sintez edildi. Radioaktiv təsirsiz qazın ^{26}Rn izotopu müalicə məqsədi ilə (radon vannaları) istifadə olunmasına baxmayaraq, orqanizmdə hüceyrələrin funksiyalarını poza bilər. Radon orqanizmə inhalyasiya yolu ilə daxil olur. İnsanlar radonla daima təmasda olurlar. Kərpic və daş binalar, əsasən zirzəmi və birinci mərtəbə radonla çox zəngin olur. Tikinti materiallarının radioaktivliyi (mk 3 b/il hesabı ilə) aşağıdakı kimidir: ağac materialı – 0; əhəng daşı və qum 0-100; kərpic, beton – 100-200; təbii daş, gips 200-400; qranit 400-2000. Radonun ən çox mövcud olduğu yerlərdən biri də sudur.

İnsanların istehsal fəaliyyəti nəticəsində, faydalı qazıntıların çıxarılması və emalı, üzvi yancaqların yaradılması, mineral gübrələrin istehsalı zamanı atmosfer radionuklidlərlə zənginləşir və daimi dəyişir.

Radioaktiv torium (^{237}T , ^{228}T , ^{232}T) α şüalandırıcı olub, gümüşü metaldir, oksigen və su buxarı ilə aktiv, turşularla isə pis qarşılıqlı təsirdə olur.

Aparılan araşdırmaların nəticəsindən məlum olmuşdur ki, dağ süxurlarında (torianit, torit) geniş yayılmışdır. Kristallik şəbəkələrin təbii parçalanması nəticəsində torpaqda da yayılmışdır.

Toran (^{220}Tu) – rəngsiz, dadsız və iysiz qazdır, toriumun təbii radioaktiv parçalanma qısaömürlü həlqələrində. Bu qazlar güclü α şüalandırıcılardandır (5 MeV), selikli gənzik (burunudlaq), nəfəs yolu, bronxlar, alveolların epitellərində şüa yükü formalaşdırır.

Nüvə energetik mənşəli daha güclü radioaktiv çirklənmiş mühitin tərkibinə daxil olan mənbənin müxtəlifliyindən asılı olmayaraq, əsas uzunömürlü radionuklidlər sezium (^{137}Cs), stronsium (^{90}Sr), az miqdarda plutonium (^{238}Pu və ^{240}Pu) hesab olunur. Bu radionuklidlərin parçalanma sürəti, onların mühitdə toplanma sürətindən olduqca aşağı olduğundan, müasir mühafizə sistemi və mühitdə atılan radionuklidlərin norması şəraitindən ekosistemlərdə şüalandırıcıların toplanmasına səbəb olur.

Sr – 90 və Cs – 137, mKü km² (Bkm²)-in şimal yarımkürəsində yağıntılar nəticəsində torpaqda toplanma səviyyəsi aşağıdakı 3.1. saylı cədvəldə verildiyi kimidir.

Cədvəl 3.1

Radionuklidlər	İLLƏR			
	1958	1963	1968	1973
^{90}Sr	6,67(25)	35,2(1200)	29,5(1100)	37,2(1400)
^{137}Cs	10,8(39)	47,2 (1750)	56,3 (2100)	56,3(2100)

1Kü (kürü) = $3,7 \cdot 10^{10}$ Bk (bekkarel)

Sezium (^{137}Cs) – parlaq qızılı yumşaq metal olub oksigen və su ilə gurultulu qarşılıqlı təsir yaradaraq partlayış əmələ gətirir. Bu metal öz kimyəvi xassələrinə görə kaliuma yaxındır. Sezium da kalium kimi orqanizmdə daha çox əzələlərdə toplanır.

Sabit şəkildə Cs-133 izotopunun mühitdə miqdarı olduqca azdır. Belə (yer qabığında, insanın və heyvanın sümük toxumasında 10⁻⁶%, dəniz suyunda – 310⁻⁸%). Nüvə energetikası təşəkkül tapmamışdan əvvəl sezium izotopu tamamilə olmamışdır. Onu da qeyd edək ki, bu metal təbii bioloji funksiya daşıyır.

^{137}Cs daha çox ekoloji-radiasiya əhəmiyyəti kəsb edir. 2000-ci ildə il ərzində dünyanın AES-lərinin atdığı seziyumun cəmi 22,21019 Bk ($6,010^9\text{Kü}$) təşkil edir. Çernobl AES-nin qəzası zamanı bu izotop $22,910^2\text{Kü}$ olmuşdur. Nüvə reaktorlarında uran, plutoniumun bölünməsi, nüvə partlayışı zamanı əmələ gəlir. Tibdə, metallurgiyada, kənd təsərrüfatında α – şüalandırıcı kimi istifadə olunur. Hazırda az miqdarda xarici mühitin bütün obyektlərində rast gəlinir.

Stronsium (^{90}Sr) - gümüşü kalsiumabənzər metaldır və oksid qışası ilə örtülü olur. Göstərmək lazımdır ki, bu metal reaksiyaya pis girir. Mürəkkəb Ca - Fe - Al - Sr kompleksləri formalaşdıqda ekosistemin metabolizminə qoşulur və beləliklə də təbiətdə tarazlığın pozulmasına şərait yaradaraq radioaktiv çirklənmənin baş verməsinə gətirib çıxarır.

Stabil izotopun torpaqda, sümük toxumalarında və mühitdə miqdarı $3,710^{-2}\%$ -ə, dəniz suyunda, əzələ toxumalarında isə $7,610^{-4}\%$ -ə çatır. Bu metalın bioloji funksiyası aşkar olunmayıb. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, zəhərli deyil və kalsiumu əvəz edə bilər. Aparılan araşdırmalardan məlum olur ki, mühitdə bu metalın radioaktiv izotopu yoxdur.

Plutonium ($^{239(240)}\text{Pu}$) – gümüşü ağ metaldır. Plutonium ($^{239(240)}\text{Pu}$) bərk həll olunmayan oksidlər əmələ gətirir. Bu metaldan enerjinin yığcam (kompakt) mənbəyi və nüvə yanacağı kimi, nüvə silahlarının istehsalında istifadə edilir.

• Plutonium mühitdə olan nüvə mənşəli radionuklidlərin 1%-nə qədərini təşkil edir. Plutoniumun 10%-ə qədəri suda həll olan formaya keçə bilər və sonrakı bioloji zəncirlərdə miqrasiya edir. Beləliklə də ətraf mühitin radioaktiv çirklənməsinə və ekosistemlərdə təbii tarazlığın pozulmasına səbəb olaraq təhlükə mənbəyinə çevrilir.

Yod ($^{131(129)}\text{I}$) – qara parıltılı rəngli qeyri-metaldır. Asan sublimasiya olunur (buxara çevrilir). Son məlumatlara əsasən ^{129}J litosferdə uranın öz-özünə bölünməsi ilə əmələ gəlir. Onun hesablama konsentrasiyası 1 q stabil ^{127}J -a 10^{-14} q təşkil edir.

Torpaqda onun miqdarı (stabil yoda görə) $0,1410^{-4}\%$, okeanda isə $0,04910^{-4}$ təşkil edir.

Qeyd etmək lazımdır ki, radioaktiv yod orqanizmdə əsasən qalxanabənzər vəzidə toplanır və orada bədxassəli şişin əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Aparılan araşdırmalardan məlum olur ki, bu qeyri-metal bioloji aktivdir və qalxanvari vəzin hormonlarının sintezi üçün çox vacib bir mikroelement hesab edilir. Əsas antropogen izotop ^{131}I sayılır. Bu qeyri-metal nüvə partlayışı, AES-lərin istismarı (qazası), nüvə reaktorlarının qəzası zamanı əmələ gəlir. Bu qeyri-metalın ekotoksiki təhlükəsi ilə bağlı aparılan tədqiqatlar zamanı məlum olmuşdur ki, yod ($^{131(129)}\text{I}$) miqrasiyanın ekoloji zəncirinə çox fəal şəkildə qoşulur.

Beləliklə, planetimizin təbii mühitinə, o cümlədən insan orqanizminin radiasiya yükünə, həm bir sıra təbii faktorlar həm də insan populyasiyasının fəaliyyəti nəticəsində həyat mühitinin antropogen dəyişməsi səbəb ola bilər. Belə ki, nüvə enerjisinin əldə olunması ilə bərabər insanlar tərəfindən xeyli miqdarda radioaktiv maddələr ətraf mühitdə yayılır. Bundan başqa, atom bombalarının (silahlarının) sınağı zamanı, həm quruda, həm də suda AES-lərin tikilib istismar edilməsi ilə əlaqədar olaraq ümumilikdə biosfer və onun bütün komponentləri güclü şəkildə radioaktiv çirklənməyə məruz qalır.

Bütün bu qeyd olunanların ağır nəticələrini isə bəşəriyyət gündən-günə daha təhlükəli şəkildə hiss etməkdədir.

3.3. Qeyri-nüvə yanacaqları antropogen radionuklid mənbələri kimi

Yer qabığında yayılmış və istifadə olunan faydalı qazıntıları, eləcə də daş kömür, neft, qaz, torf, qaynar şistlər (lay-lay yerləşmiş və enerji mənbəyi olan şistlər Azərbaycanda ən çox ehtiyatlara malikdir) bu və ya başqa miqdarda radionuklidlərlə zəngindir. Filizlərin emalı və yanacaqlar yandırılan zaman bu radionuklidlər bərk halda və maye qaz halında ətraf mühitə ya-

yıllıq ekoloji çirklənmə yaradır.

Mütəxəssislərin hesablamalarına görə təsərrüfat fəaliyyəti nəticəsində hər il təbiətdə 10^5 Kü Torium-232 və həmin miqdarda da Uran – 238 yayılır. Bundan başqa, hesablamalardan kənarda qalan kimya zavodlarının istehsal tullantılarının miqdarı bu rəqəmlərdən bir neçə dəfə çoxdur.

Qara və əlvan metallurgiya zavodlarında, gübrə sənayesində oda davamlı və saxsı metallarının istehsalı zamanı onların tərkibində olan radionuklidlər ətraf mühitdə yayılır.

Fosfatlar, rutilli birləşmələr, sirkonium və volfrumlu tullantılarda radioaktivlik 70 kBk/kq təşkil edir ki, bu cür maddələr (MAQATG – Azərbaycan dilində – Atom Enerjisi üzrə beynəlxalq agentlik ATENBA) tərəfindən “radioaktiv maddə” sırasına aid edilir. Sumqayıt superfosfat zavodundan və Gəncə Alüminium zavodunun tullantılarında bu rəqəm bir neçə dəfə çoxdur.

Qeyri nüvə sənayesində filizlərin işləməsi nəticəsində filizlərdən olan təbii radiasiya fonu temperaturun təsirindən bir neçə min dəfə artır.

Müəyyən edilmişdir ki, qurğuşun filizlərində ^{210}Pb -nin radioaktivliyi 13,5 Bk/kq olduğu halda, əridildikdə bu rəqəm 370 Bk/kq olar.

Yeraltı sülardan alınan yodun istehsalı zamanı sulfat turşusundan oksidləşdirici kimi istifadə olunur. Bu zaman xeyli miqdarda barium və stronsium sulfat çöküntüləri alınır ki, onlar da öz növbələrində ^{228}Ra izotopu özündə toplayaraq radioaktiv maddəyə çevrilir. Təbii radionukloidlərin ətraf mühitdə yayılmasının əsas səbəblərindən bir kimi, filizlərin yüksək temperaturda işlənməsidir. Məsələn, odadavamlı materialların alınması zamanı temperatur 2800°C -ə çatır. Hansı ki, radium elementi 114°C -də qaynayır. Beləliklə, radium izotoplarının buxarı aerosol şəklində atmosfərə, oradan da yer qabığına ayrılır. Həmin istehsal tullantılarında daha təhlükəli olan ^{210}Pb və ^{210}Po radioaktiv izotoplarda çox olur.

Daş kömür, mazut və qazla işləyən istilik elektrik stansiyalarında da radioaktiv çirklənmə prosesi baş verir. Tədqiqatlar göstərir ki, həmin stansiyalara yaxın ərazilərdə yaşayan əhali normadan 30-40 dəfə artıq ekvivalent doza qəbul edir.

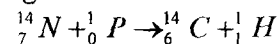
3.4. Atmosferin təbii və antropogen radiasiya fonu

Günəşdə baş verən yanma prosesi nəticəsində milyon dərəcə istiliklə bərabər radioaktiv şüalar əmələ gələrək yer kürəsində radiasiya mənbəyinə çevrilir. Beləliklə də yerin təbii radiasiyası yaranır. Digər tərəfdən Yer planeti yaranarkən radioaktiv elementlərin parçalanma məhsulları üzvi və qeyri-üzvi aləmdə toplanaraq radiasiya mənbəyinə çevrilmişdir. Odur ki, planetimizin hər yerində radiasiya mövcud olub, yerlərindən asılı olaraq 10 dəfə az və ya çox miqdarda qeyd edilməkdədir.

Qeyd etmək lazımdır ki, radioaktivlik vahidi kimi Bekkerel (Bk) qəbul edilmişdir ki, bu da bir saniyədə nüvə parçalanmalarının sayı ilə ölçülür. Radioaktivliyi həmçinin Kuri (Ki) ilə də göstərilir. $1\text{Ku}=3,7\cdot 10^{10}$ dağılma/saniyyə, $1\text{Bk}=2,7\cdot 10^{11}\text{Ku}$. Son zamanlar ekspozisiya dozası kimi rentgen vahidindən də istifadə olunur.

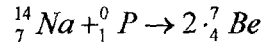
1 Rentgen γ -şüalanma 1 sm^3 havada $2,08\cdot 10^8$ cüt ion əmələ gəlməsi ilə ölçülən şüalanmaya bərabərdir.

Təbii radioaktiv fon kosmogen və geogen yolla yaranır. Məlum olduğu kimi Yer kürəsi daimi olaraq proton və neytron bombardmanlarına məruz qalır. Kosmik şüaların təsirindən atmosfer azotu və hidrogeni dəyişərək ^3H , ^{14}C , ^7Be və ^{10}Be kimi radionuklidlərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Məsələn, azot atomunun nüvəsi kosmik neytronların bombardmanı nəticəsində ^{14}C izotopu əmələ gəlir.



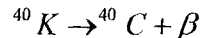
Bu zaman əmələ gələn $^{14}_6\text{C}$ izotopunun yarımparçalanma dövrü 5730 il olub aktivlik cəmi isə $8,5\cdot 10^{18}\text{Bk}$ -lə bərabərdir.

Eyni zamanda atmosfer azotunun nüvəsi günəşdən gələn kosmik protonlarla bombardman edildikdə aşağıdakı çevrilmə baş verir.

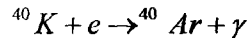


${}^7_4\text{Be}$ izotopunun yarımparçalanma dövrü 53 gün olub yağış vasitəsi ilə milyon tonlarla yer qabığına çökür. Bu zaman yağış suyunun ümumi aktivliyi 700 Bk/m^3 bərabər olur.

Geogen mənşəli radioaktiv izotoplar təxminən 300 olub, onlardan ən çox yayılanı ${}^{40}\text{K}$ izotopudur. Onun yarımparçalanma dövrü $1,32 \cdot 10^9$ il olub, radioaktiv izotopların $0,0119\%$ -ni təşkil edir. Bu izotopun radiokimyəvi parçalanması iki istiqamətdə gedir. Birinci istiqamət β – parçalanma olmaqla izotopun 89% -ni əhatə edir.



İkinci istiqamət zamanı ${}^{40}\text{K}$ izotopu elektron udaraq arqon elementinə çevrilir.



Geogen radionuklidlərdən uran və torium yer qabığında az və səpələnmiş halda yayılsa da (uranın klarkı – $2,6 \cdot 10^{-40}\%$, toriumunkü isə $1,6 \cdot 10^{-40}\%$) canlı varlıqlarda onların miqdarı 8 mqr/kq təşkil edir. Çay sularında uran və toriumun miqdarı $0,3-0,5 \text{ mqr/l}$ olur və hər il okean və dənizlərə 70 ton uran, və 189 ton torium axıdılır.

Yerin təbii radiasiya fonu. Qeyd etmək lazımdır ki, radioaktiv çirklənməni müəyyən etmək üçün birinci növbədə ərazinin, regionun, təbii radiasiya fonunu təyin edirlər. Bəs görəsən təbii radiasiya fonu nə deməkdir və onun insan orqanizminə təsiri nədən ibarətdir?

Məlum olduğu kimi, yer kürəsinin bütün canlıları kimi, insanlar da təbii radiasiya fonu əhatəsindədirlər. Deməli, təbii radiasiya biosferin çox vacib komponentlərindəndir. Təbii radiasiya üç hissədən ibarətdir. Bunlar aşağıdakılardır:

1 – kosmik radiasiya (protonlar, alfa hissəciklər, qamma

şüalar);

2 – torpaqda olan radioaktiv maddələrin şüalanması;

3 – qida, su və ərzaqla orqanizmə daxil olan radiasiya.

Araşdırmalardan məlum olur ki, təbii şüalanmanın ümumi dozası Yer kürəsinin hər yerində eyni deyildir. Məsələn, MDB-nin Avropa hissəsində təbii fon $0,007-0,02$ ber/il arasında təbəddüd edir. Lakin Hindistanın, Brazilyanın elə əraziləri vardır ki, orada təbii radiasiya fonu $0,5-1,2$ berə çatır. Sənayenin inkişafı ilə əlaqədar təbii radiasiya fonuna texnogen radiasiyanın əlavə olunması da artır.

Yerin təbii radiasiya fonu torpaq, su və havadakı radionuklidlərin səpələnən şüalarının cəmindən ibarət olub, yaşları planetimizin yaşına uyğun gəlir. Göstərmək lazımdır ki, belə radionuklidlərə kalium-40 (${}^{40}\text{K}$), uran-238 (${}^{238}\text{U}$), torium-232 (${}^{232}\text{Th}$), radon-219-282 (${}^{219-282}\text{Rn}$) və radiumun – 226 (${}^{226}\text{Ra}$) parçalanma məhsulları aiddir.

Radiasiya fonunun formalaşmasında ikinci yeri kosmik şüalanma, üçüncü yeri isə az müddət yaşayan radionuklidlər tutur. Onlar atmosferin yuxarı qatlarında stratosferin qazları ilə Kainatın müxtəlif sahələrindən yüksək enerji nüvə hissəciklərinin qarşılıqlı təsiri sayəsində əmələ gəlir.

Qeyd etmək lazımdır ki, əksər radionuklid fonunun ilkin geoloji mənbəyi litosferin yuxarı qatları (qranitlər, şistlər, qum daşları və s.) olub, daima torpağın, suyun, havanın saprofit mikroflorasının təsiri altında əmələ gəlir, temperaturun dəyişməsi şüaların torpağa, bitkiyə və heyvanat aləminə miqrasiya etməsinə zəmin yaradır.

Kosmik şüalanma – Atmosferin strukturunda milyon illərlə təşəkkül tapmış, şəkli dəyişmiş ilkin qalaktik (93%) və yüksək enerjili günəş axınları hissəciklərindən ibarətdir. Qalaktik mənşəli hissəciklərin enerjisi əksərən protonlardan ibarətdir. Orta hesabla 100 MeV olub, 10^{14} MeV -a yüksəlir, günəşinki isə 20 MeV təşkil edir.

Kosmik şüalar Kainatda Yer atmosferinə düşən böyük

enerjili zərrəciklər (ilkin şüalanma) və onların atmosferdəki atom nüvələri ilə toqquşması nəticəsində yaranan elementar zərrəciklər (ikinci şüalanma) selindən ibarətdir.

Kosmosdan yerə düşən kompleks (qarışıq) tərkibli ionlaşmış şüalanma (şüalar) Yer səthi zonasında bərk (əsasən mezonlar) və yumşaq (elektronlar, pozitronlar, elektromaqnit dalğaları) şüalanmadan ibarət olur. Kosmik radiasiya (şüalar) ətraf (kimyəvi) mühitin faktoru kimi orqanizmlər üçün mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

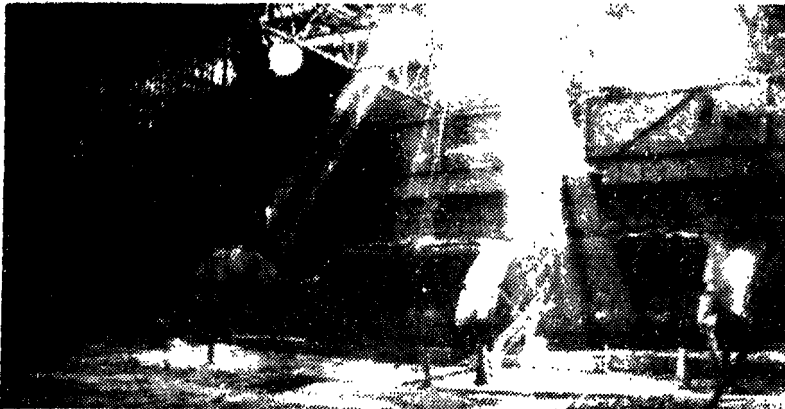
Ümumiyyətlə göstərmək lazımdır ki, təbii radioaktivlik atmosferə xasdır. O, təbiətdə həmişə mövcuddur və insan fəaliyyətindən asılı deyil. Canlı orqanizmlər belə radioaktivliyə uyğunlaşıb. Beləliklə də təbii radioaktivlik heç bir zərərli nəticəyə səbəb olmur.

Antropogen radiasiya fonu. Təbii radiasiya fonunun tərkibinə antropogen müdaxilə aşağıdakılar sayılır:

- Radionuklidlərin süni (qlobal) konsentrasiyası və təbii radionuklidlərin paylanması;

- Mühitin nüvə-energetik mənşəli ekoloji yeni radioaktiv metabolitlərlə çirklənməsi;

- Elm, tibb və sənayedə süni radionuklidlərin və digər ionlaşdırıcı şüalanma mənbələrinin istehsalı və istifadəsi edir.



Şəkil 3.1. Radioaktiv şüalanma

Yanacağın çıxarılması və yandırılması, filizlərin işlənməsi, tikinti materiallarının istehsalı və istifadə edilməsi zamanı fon radionuklidlərinin konsentrasiyası mühitin radioaktivliyinin fon geopopulyasiya paylanmasını kəskin dəyişir.

Onu da göstərmək lazımdır ki, İES-lər tərəfindən ətraf mühitin belə ciddi şəkildə radioaktiv çirklənməsi kaliumla (^{40}K), uranla (^{238}U), toriumla (^{232}Th) daha geniş sahəli olur – çox küllü daş kömürün yandırılması atmosferdə toplanmış halda radionuklidlərin atılması ilə müşayiət olunur.

Maye (karbohidrogenli) yanacaqların daxili yanacaq mühərriklərdə yandırılması şəhərlərin havasının aerosol tərkibinin ^{14}C və ^{40}K -la xeyli zənginləşdirir.

Qeyd etmək lazımdır ki, aqrar istehsalın intensivləşdirilməsi ilə bağlı olaraq bu sahədə aqroekosistemlərdə fosfor gübrələrindən istifadə olunması da ekosistemin bütün həlqələrində əlavə şüalanma yükü yaradır. Burada ən çox radiasiya təcavüzü nitrofos, ammonium-fosfat, fosforit ununda müşahidə olunub, 50 Bkkq $^{-1}$ (Bk – bekkerel=1 parçalanmış) keçir, dozanın formalaşmasında maksimum bioloji effektiv radionuklidlərin α – şüalandırıcısı maksimum iştirak

Qlobal dəyişən radiasiya təsirlərindən başqa, əlavə ekosistem şüalanma yükü, praktiki olaraq bütün iri şəhərlərdə yerləşən metallurgiya müəssisələri tərəfindən daxil edilir.

Xüsusi antropogen ekoloji yeni şüalandırıcılara nüvə-energetik mənşəli radionuklidlər aiddir. Nüvə silahlarının sınaqdan keçirilməsi şimal yarımkürəsində radionuklidlərin nisbətən bərabər paylanmasına səbəb olmuşdur.

Aparılan ədəbiyyat araşdırmalardan belə məlum olur ki, 1945-ci ildən 1991-ci ilə qədər planetimizdə nüvə partlayışlarının ümumi sayı 205, o cümlədən atmosferdə 508 olmuşdur. Belə partlayışların ən çoxu ABŞ-da aparılmış, uyğun olaraq 1085 və 205, ikinci yeri Rusiya tutaraq (keçmiş Sovetlər İtti-faqı) – 715 və 215 təşkil etmişdir. Fransa 182 partlayış (45-i atmosferdə) həyata keçirmişdir. Böyük Britaniya və Çin uyğun ola-

raq 42 və 31 (atmosfera 21 və 22) partlayış yerinə yetirmişdir.

İkinci yeri energetik təyinatlı nüvə reaktorları (AES) (dünyanın elektrik enerjisinin 30 %-ni istehsal edir) və Şimali Amerika, Asiya və Avropa ölkələrində nisbətən bərabər paylanmış tədqiqat reaktorları tutur.



Şəkil 3.2. Çernobl atom elektrik stansiyasında qəza

FƏSİL IV RADIOAKTİV ÇİRKƏNMƏ VƏ İNSAN SAĞLAMLIĞI

4.1. Radioaktiv maddələrin orqanizmə daxil olma yolları və orada yayılma xüsusiyyətləri

XIX əsrdə radiasiya kəşf olunan illər (61) keçdikdən sonra laboratoriya təsadüfiliyi faktorundan mühitin qlobal ekoloji problemə çevrildi. Belə ki, orqanizmə müxtəlif yollarla daxil olan radioaktiv maddələr burada bir sıra yayılma xüsusiyyətləri nümayiş etdirir və həyat üçün qorxulu olan, çox hallarda müalicəsi mümkün olmayan və həyatda və ya da çətin sağalan xəstəliklərin əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Məlum olduğu kimi, radiasiyanın təbii fondan orqanizmə artıq dozalarla təsiri olduqca müxtəlif olub, bir çox səbəblərdən və ilk növbədə şüalanmanın dozasından asılıdır. Şüalanmaya bu və ya digər dərəcədə məruz qalmış insanlarda bir sıra sağalmaz və ya çətin sağalan xəstəliklər baş verir. Bəzən radioaktiv şüalanmaya məruz qalmış ərazilərdə insanlar arasında müxtəlif eybəcərliklər də müşahidə edilir (şəkil 4.1.).

Qeyd etmək lazımdır ki, ionlaşdırıcı şüalanmaya orqanizmin reaksiyası udulmuş dozanın miqdarından asılıdır, bu SI sistemində qreyaya (Qr) ilə, sistemdən kənar isə radla ifadə olunur.

İonlaşdırıcı şüalanmanın canlı orqanizmlərdə olan maddələrlə qarşılıqlı təsiri spesifik bioloji təsirə çevrilir. Bu isə orqanizmin zədələnməsi ilə nəticələnir. Bu prosesdə zədələndirici təsiri şərti olaraq 3 mərhələyə ayırmaq olar:

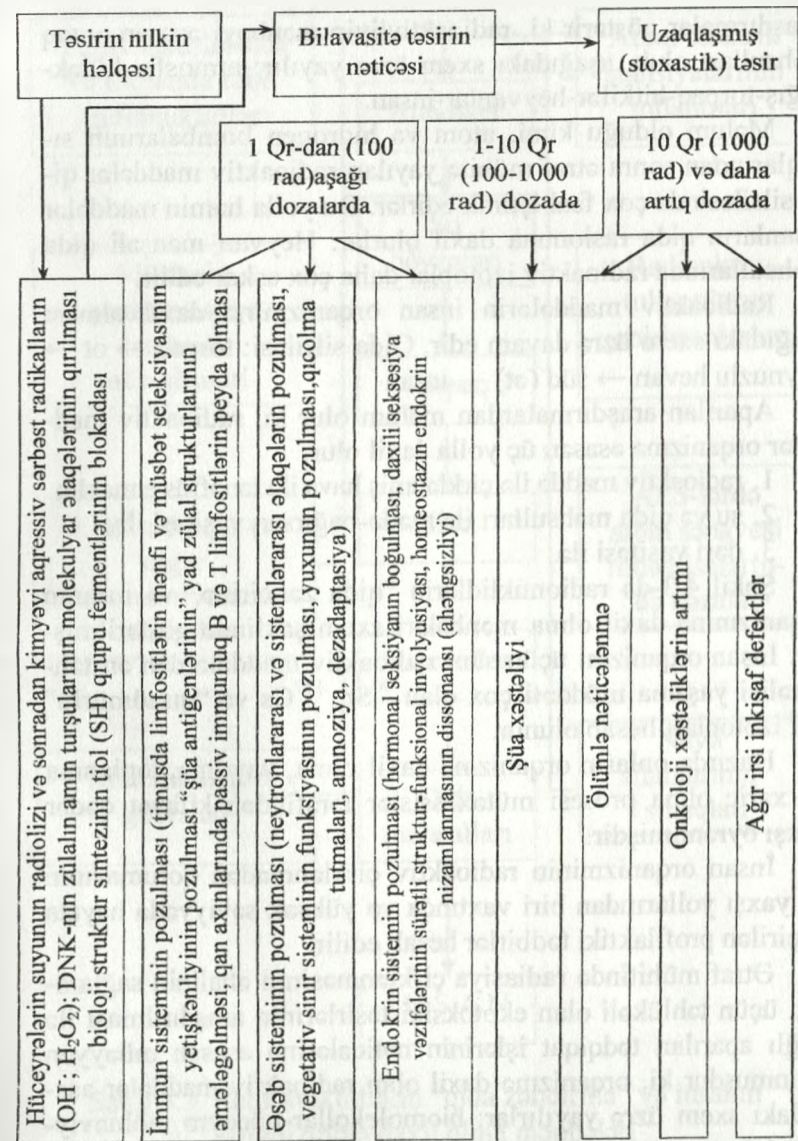
- A) İonlaşdırıcı şüalanmanın ilkin təsiri;
- B) Radiasiyanın hüceyrələrə təsiri;
- C) Radiasiyanın bütün orqanizmə təsiri.

Bu təsirin ilkin həlqəsi-molekulların oyanması və ionlaşması olub, bunun nəticəsində sərbəst radikallar (şüalanmanın bilavasitə təsiri) və ya suyun kimyəvi çevrilməsi (radioliz) baş-

layır, onun məhsulları isə (radikal OH^1 , hidrogen peroksid- H_2O_2 və b.) bioloji sistemin molekulları ilə kimyəvi reaksiyaya girir (Şəkil 4.2). Hüceyrələrin radiasiyadan zədələnməsi nəticəsində hüceyrə orqanelinin ultrastrukturunu pozulur və onunla bağlı olan maddələr mübadiləsi dəyişir. Bundan başqa, ionlaşdırıcı radiasiya orqanizmin toxumalarında kompleks toksiki məhsulların əmələ gəlməsinə səbəb olur, bu isə *radiotoksin* adlanan şüa effektini gücləndirir.



Şəkil 4.1. Şüalanmaya məruz qalmış ərazilərdə insanlar arasında müşahidə edilən eybəcərlik



Şəkil 4.2. Şüalanmanın dozasından asılı olaraq radiasiya miqdarı və variantlarının insan orqanizminə təsiri

Araşdırmalar göstərir ki, radioaktivliyin mənbəyi əsasən ərzaq məhsulları olub, aşağıdakı sxem üzrə yayılır: atmosfer-külək-yağış-torpaq-bitkilər-heyvanlar-insan.

Məlum olduğu kimi, atom və hidrogen bombalarının sınaqlarından sonra ətraf mühitə yayılan radioaktiv maddələr qida silsiləsində çox fəal iştirak edirlər. Bu yolla həmin maddələr insanların qida rasionuna daxil olurlar. Heyvan mənşəli qida məhsullarında radioaktiv izotoplar daha çox aşkar edilir.

Radioaktiv maddələrin insan orqanizminə daxil olması aşağıdakı sxem üzrə davam edir. Qida silsiləsi: torpaq → ot → buynuzlu hevan → süd (ət) → insan

Aparılan araşdırmalardan məlum olur ki, radioaktiv maddələr orqanizmə əsasən üç yolla daxil olur:

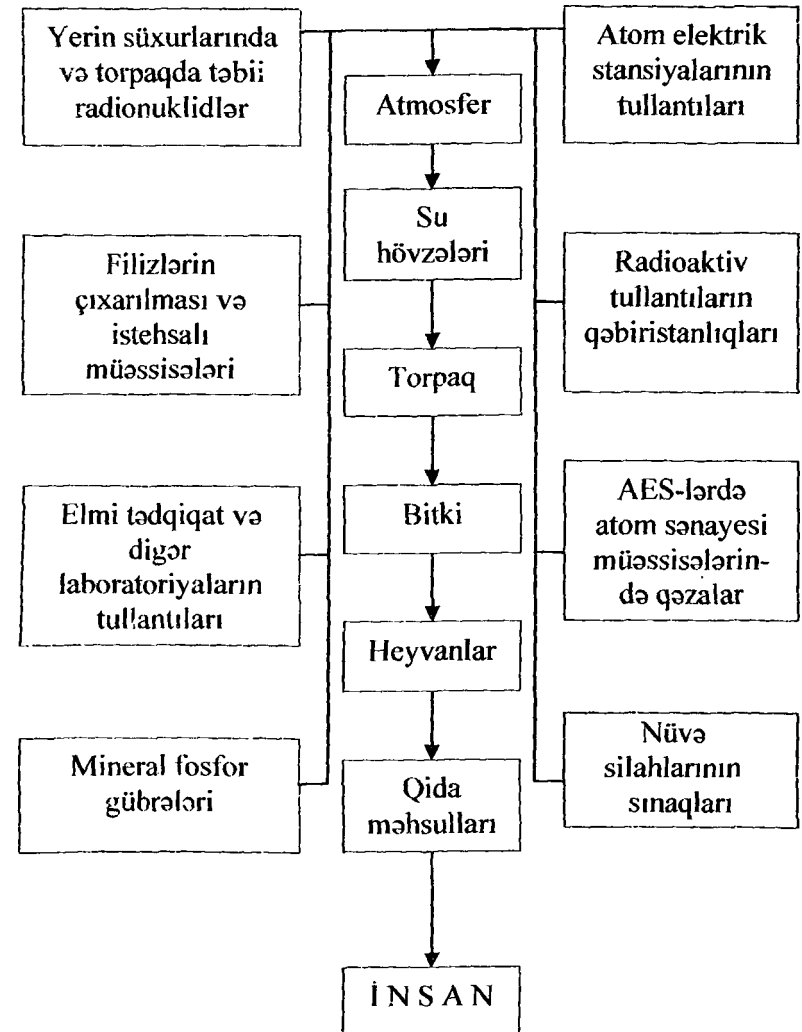
1. radioaktiv maddə ilə çirklənmiş hava ilə tənəffüs etməklə;
2. su və qida məhsulları ilə mədə-bağırsaq vasitəsi ilə;
3. dəri vasitəsi ilə

Şəkil 4.3-də radionuklidlərin "qida zəncirinə" və insanın orqanizminə daxil olma mənbələri sxem şəklində göstərilmişdir. İnsan orqanizmi üçün süni radioaktiv maddələrdən ən təhlükəli yaşama müddəti çox olan ^{90}Sr , ^{137}Cs və "qısaömürlü" ^{131}I izotopları hesab olunur.

Hazırda onların orqanizmə daxil olma, yayılma, toplanma və xaric olma prosesi mütəxəssislər tərəfindən kifayət qədər yaxşı öyrənilmişdir.

İnsan orqanizminin radioaktiv çirklənmədən qorumasının ən yaxşı yollarından biri vaxtında və yüksək səviyyədə həyata keçirilən profilaktiki tədbirlər hesab edilir.

Ətraf mühitində radiasiya çirklənməsinin əhalinin sağlamlığı üçün təhlükəli olan ekotoksiki təsirlərinin araşdırılması ilə bağlı aparılan tədqiqat işlərinin nəticələrinə əsasən müəyyən olunmuşdur ki, orqanizmə daxil olan radioaktiv maddələr aşağıdakı sxem üzrə yayılırlar: biomolekollar-hüceyrə möhtəviyati-hüceyrə-toxuma-orqanizm.



Səkil 4.3. Radionuklidlərin "qida zəncirinə" və insanın orqanizminə daxil olma mənbələri

və mitoxondrilər ən az şüalanmadan belə tez zədələnir. Bu zaman hüceyrələrdə gedən oksidləşmə, fosforlaşma prosesi pozulur, nukleoproteidlərin fiziki-kimyəvi xassələri dəyişir və bunun nəticəsi olaraq DNT-nin (dezoksiribonuklein turşusu) kəmiyyət və keyfiyyət dəyişikliyi baş verir. Bundan başqa, hüceyrə membranlarında K^+ , Na^+ ionlarının mübadiləsi pozulur.

Şüalanma çox olduqda bütün növ mutasiya dəyişkənliyi baş verir; genomik mutasiya-xromosom cütlərinin sayı dəyişir; xromosom mutasiyası-xromosomların miqdarı və quruluşu dəyişir; gen mutasiya-genlərin molekulyar quruluşu dəyişir və bunun nəticəsi olaraq bioloji aktiv olmayan zülallar sintez olunur.

Hüceyrənin radioaktiv zədələnməsinin üç mərhələsi nəzərdə tutulur:

Birinci mərhələdə makromolekulların ionlaşması və həyəcanlaşması baş verir ki, buna fiziki mərhələ də deyilir. Bu zaman enerjinin udulması amin turşuların zəif rabitələrində (-SH qruplarında, xromofor timin qruplarında və lipidlərində) həyata keçirilir.

İkinci mərhələdə kimyəvi çevrilmələr baş verdiyindən, bu zaman zülalların, nuklein turşularının, lipidlərin radikalları su molekulları və oksigenlə qarşılıqlı təsirdə olurlar. Bu da öz növbəsində peroksid birləşmələrin əmələ gəlməsi ilə yanaşı, oksidləşmə prosesini sürətləndirərək molekulların dəyişməsinə səbəb olur. Nəticədə bioloji membranların quruluşu dəyişir, dağılma prosesi sürətlənir, fermentlərin funksiyası dəyişərək onların fəallığı da dəyişir.

Üçüncü mərhələdə biokimyəvi dəyişikliklər baş verir. Bu zaman bir fermentin fəallığı azalaraq, digərinin fəallığı çox artır. Nəticədə lazımi molekulların sintezi ləngiyərək biokimyəvi proseslər getmir. Bu mərhələdə həmçinin fosforun oksidləşməsi getmir. 100 rad şüalanmadan 20-30 dəqiqə sonra bu proses baş verir ki, bu zaman həyat fəaliyyətinin əsas tənzimləyicisi olan adipin trifosfat (ATF) molekulunda genləşmə sistemi dağılır.

Aparılan araşdırmalardan məlum olur ki, radiasiyaya həssas olan molekulardan biri də Dezoksiribonuklein turşusu (DNT) və onun kompleksləridir. Mütəxəssislər belə ehtimal edirlər ki, bu zaman əsas etibarilə zülal-zülal və zülal DNT əlaqəsi dağılır.

Qeyd etmək lazımdır ki, radioaktiv maddələrin orqanizmdə yayılması xüsusiyyətləri əsasən aşağıda göstərilən üç qrupla xarakterizə edilir.

1. Skeletlərdə toplanan izotoplar-buraya stronsium, barium və radiumun radioaktiv izotopları daxildir.

2. Qara ciyərdə toplanan izotoplar-buraya sezium, lantan, plutonium və digər aktinoidlərin izotopları daxildir.

3. Orqanizmdə bərabər paylanan radioaktiv izotoplar buraya hidrogen, karbon, təsirsiz qazlar, dəmir və digər elementlərin radioaktiv izotopları daxildir. Bunlar da orqan və toxumalarda selektiv olaraq toplanırlar.

4.2. İonlaşmış radiasiyanın orqanizmə somatik və genetik təsir formaları

İonlaşmış radiasiyanın bütün təsir formalarını iki bir-birindən fərqli qrupa bölmək olar: somatik və genetik.

Birinci təsir qrupu şüalanmaya məruz qalmış fərdin filologiyasını əhatə edir və müxtəlif pozuntular – orta yaşama müddəti azaltmaqdan tutmuş ani ölümə nəticələnə bilən təsirlər yaradır.

İkinci qrup əsasən qametogeneza təsir edir. Bir çox tədqiqatçılara görə, meyoza hüceyrələr ionlaşmış radiasiyaya yüksək həssaslıq göstərirlər. Məhz bu da radiasiyanın mutagen təsiri olduğunu sübut edir.

Nəsil də subletal və letal mutasiyanın əmələ gəlməsi üç müxtəlif hadisə ilə bağlıdır.

Birinci hadisə – xromosomların dəyişməsidir. İkinci və üçüncü hadisələr genetik kodun kimyəvi pozulması ilə xarakterizə edilir.

rizə olunur.

Radiasiyanın güclü dozaları şüalanmış fərdlərdə ölüm hadisəsi yaradır. Çoxsaylı bitki və heyvan növlərinin eksperimental şüalandırılması göstəricilərin geniş diapazonda radiasiya ilə nəticələnmişdir.

Məlum olmuşdur ki, şüalanmaya ən az həssas bakteriyalardır, ən çox həssas istiqanlı onurğalılar olmuşdur.

Canlı varlıqların inkişaf səviyyələri nə qədər yüksək və orqanizmləri nə qədər mürəkkəb olarsa, onların şüalanmaya həssaslığı da bir o qədər yüksək olur.

Şüalanmaya həssaslıq həm də şüalanan orqanizmin yaşından asılıdır. Cavan fərdlər, xüsusilə embriyonlar bu cəhətdən çox zəifdirlər. Məlum olmuşdur ki, orqanizmdə yaş artdıqca şüalanmaya qarşı müqavimətdə artır. Cavan orqanizmlərin, ionlaşmış şüalanmaya yüksək həssaslığını onların toxumalarının mitotik fəallığı ilə əlaqələndirir.

Təcrübələr göstərir ki, radioaktiv maddələrin subletal dozaları çox güclü somatik və genetik təsirə malikdir (Ramad 1981). Bu mənada radiasiya biologiyasında güclü, lakin qısa müddətli və zəif dozalarla uzun müddətli və ya daimi şüalanma ayırd edilir.

İonlaşmış radiasiyanın subletal dozalarla şüalanması bu nəticələrə səbəb olur:

1- O, şüalanmış orqanizmi zəiflədir, onun həyat fəaliyyətini azaldır (artımın ləng getməsi, orqanizmin infeksiyalara və immunitetə müqavimətinin azalması);

2- O, populyasiyanın demoekoloji xarakteristikasına təsir edir (uzunömürlülüğün qısalması);

3- O, müxtəlif üsullarla genləri zədələyir (yalnız ikinci və ya üçüncü nəsilə özünü göstərən subletal mutasiyalar);

4- O, müəyyən qədər geri dönməyə effekt yaradan müləti təsir göstərir (əlbəttə ki, məhdud halda).

İonlaşmış radiasiya ilə uzun zaman şüalanma əgər fərdi öldürmürsə, onun yaşama müddətini mütləq məhdudlaşdırır.

Göstərilən fizioloji pozuntular müəyyən kritik doza həddindən sonra başlanır, kişik dozalarda isə heç bir pis nəticələr müşahidə olunmur. Lakin müxtəlif somatik və genetik pozuntularda oxşar qanuna uyğunluqlar görünməyə də bilər; misal – xərcəng xəstəlikləri və mutageniz (Ramad, 1981). Bu halda “kiritik doza” anlayışı olduqca mübahisəlidir.

Son illərin tədqiqatları göstərir ki, müxtəlif mənbəli ionlaşmış şüalanmanın müasir insana təsir intensivliyinin artma tendensiyası davam edir.

Radioaktiv çirklənmədən qorunmaq üçün profilaktik tədbirlər Yuxarıdakıları analiz etdikdə radioaktiv çirklənmədən qorunmaq üçün aşağıdakı profilaktiki tədbirlər nəzərə alınmalıdır: təbii ekran kimi bizi, Günəş gələn radioaktiv kosmik şualardan qoruyan Yer atmosferinin qorunması; radioaktiv elementlərin çıxarılması, istehsalı tətbiqi və saxlanması zamanı yüksək təhlükəsizlik texnikasına əməl olunması.

Radionuklidlərin orqanizmdə toplanmasının qarşısını almağın yollarından biri də düzgün qidalanmadır. Bu zaman orqanizmə daxil olan və yarımparçalanma dövrü 10 ildən çox olan radionuklidlərin toplanması və miqrasiyası aradan qalxır.

Radioaktiv zədələnmələrə həssas olan toxumalar – onurğa beyni və sümüklər bəd xassəli şişlərin əmələ gəlmə riskinə görə ilkin yerlərdən birinə sahibdir.

Tədqiqatlar göstərmişdir ki, qida rasionuna balıq məhsulları, kalsium, flüorla zəngin qidalar, antioksidant xassəli A, E, C vitaminləri, eləcə də tam mənimsənilməmiş karbohidratlar (pektin) orqanizmdə baş verə biləcək onkoloji xəstəliklərin riskini azaldır. Bu cür qidalanma əsas profilaktiki tədbirlərdən biri olub ağır metalların və digər zərərli maddələrin orqanizmdə toplanması miqrasiyasının qarşısını almaqla, onların orqanizmdən kənar olunmasını sürətləndirən bir vasitədir.

4.3.Şüalanma xəstəliyi və onun baş vermə səbəbləri

Məlum olduğu kimi, radioaktiv maddələrin orqanizmə bu və ya digər yolla və müxtəlif dozalarda daxil olması nəticəsində həyat üçün çox təhlükəli olan bir sıra fəsadlar, o cümlədən də, şüalanma xəstəliyi baş verilə bilər.

Araşdırmalar nəticəsində belə məlum olmuşdur ki, orqanizmin tam şüalanması zamanı skelet və əzələlərdə, qaraciyərdə və digər toxumalarda qlikogenin miqdarı aşağı düşür. Bundan başqa, qlükozanın parçalanması prosesi-qlikoliz də pozulur.

Şüalanma zamanı lipidlərdə sürətli oksidləşmə prosesi nəticəsində aşağıdakı reaksiya ilə müşayiət olunan peroksidlərin əmələ gəlməsi prosesi baş verir:

$ROOH \rightarrow R\cdot$ və $ROOH \rightarrow ROO\cdot$ çevrilməsi baş verərək ilkin radikallar yaranır. Həmin bu radikallar da öz növbəsində oksidləşərək peroksidlər əmələ gəlir.



Proses zəncirvari olduğundan sürətli baş verir və bu hüceyrələrin məhv olması ilə nəticələnir.

Orqanizm şüalanmaya məruz qaldıqda lipidlərin miqdarının azalması ilə yanaşı, onların qanda, qaraciyərdə və digər toxumalarda paylanması pozulur.

Qeyd etmək lazımdır ki, şüalanma xəstəliyi radioaktiv çirklənmə nəticəsində insanlarda baş verən ən ağır və həyat üçün təhlükəli xəstəliklərdən hesab olunur. İonlaşdırıcı radiasiyanın yerli təsiri zamanı şüalanma dozəsindən asılı olaraq müxtəlif dəyişikliklər baş verir.

Orqanizm xarici bərabər şüalandıqdan sonra təsir dozəsindən asılı olaraq çətinliklə seziyə bilən ümumi reaksiyadan başlamış şüalanma xəstəliyinin kəskin formasına qədər zədələyə bilər. 1-10 Qr (100-1000 rad) dozasında bərabər şüalanma zamanı kəskin şüalanma xəstəliyi inkişaf edərək əsasən iliyin (kostıy mozq) zədələnməsi müşahidə olunur. Onun gedişində

dörd dövr ayrılır: ilkin reaksiya (qısamüddətli); gizli; xəstəliyin qızgın dövrü; bərpa dövrü.

Şüalanma xəstəliyinin ilkin reaksiyası adətən şüalanma dozası 0,2Qr (rad)-ı keçdikdə müşahidə olunur. Bu şüalanmadan dərhal sonra baş verir, bir saatdan 1-2 sutkaya qədər davam edir. Bu zaman üçün bir qədər həyəcanlanma və baş ağrısı səciyyəvidir. Sonra dispersiya (mədə fəaliyyətinin pozulması) başlayır. Qan tərəfdən qısamüddətli neytrofil leykositoz, limfopeniya müşahidə edilir. Şüalanma xəstəliyinin başlanğıc dövründə əsəb sisteminin yüksək dərəcədə oyanması, arterial təzyiqin və ürək ritminin dəyişməsi baş verir.

Ətraf mühitin radioaktiv maddələrlə çirklənməsi nəticəsində şüalanma xəstəliyinin düçar olmuş insanlarda şüalanmanın gizli dövründə xəstənin vəziyyəti yaxşılaşır. Latent (gizli) dövrün müddəti şüalanma dozəsindən asılı olur. Nisbətən aşağı dozalarda (0,25-1Qr-25-100 rad) yüngül funksional reaksiya geniş klinik şəkil almır, yəni xəstəliyin üçüncü dövrünə keçmir və xəstəlik ilkin reaksiyanın sönməsi ilə məhdudlaşır. Orta dozalarda (1,5-2,5Qr-150-250 rad) şüalandıqda latent dövrü 2-2,5 həftə davam edir. Yüksək dozalarda 3-5 Qr (300-500 rad) 3-10 sutkalıq latent (gizli) dövrdə qan dövrəni sistemində dəyişkənlik artır: leykositoz ilə əvəz olunur, limfopeniya artır, sonra isə trombositopeniya və qan sistemində digər dəyişikliklər baş verir. Bütün bunlar radioaktivliyə həssas orqanların (ilik və limfa aparatının) hüceyrələrinin bilavasitə zədələnməsi nəticəsində baş verir.

Araşdırmalar göstərir ki, şüalanma xəstəliyinin qızgın dövründə xəstənin vəziyyəti pisləşir, orqanizmdə ümumi zəiflik yaranır, bədən temperaturu yüksəlir, qanaxma artır, bunun nəticəsində dəridə və selikli qişada qansızma baş verir, ağır vəziyyətlə bu hallar ürəkdə və ilikdə də baş verə bilər. Periferik qanda leykosit və trompositlərin miqdarı kəskin azalır. Bir sıra endokrin pozuntular və sinir sisteminin funksiyası pozulur. İmmunitet kəskin aşağı düşür, bunun nəticəsində yoluxucu xəstə-

liklər, antoinfeksiya və antointoksikasiya asanlıqla baş verir.

Araşdırmalar zamanı məlum olmuşdur ki, şüalanma xəstəliyinə düşər olmuş insanlarda klinik vəziyyət dövrünün müddəti bir neçə gündən 2-3 həftəyə kimi davam edir. Ən ağır vəziyyətlərdə xəstəliyin gərgin vaxtında xəstə həyatını dəyişir.

Şüalanma xəstəliyinin bərpa olunma dövründə xəstə özünü nisbətən yaxşı hiss edir. Belə ki, pozulmuş funksiyalar tədricən normaya düşməyə başlayır. Bədənin temperaturu aşağı düşür, qanaxma dayanır. Orqanizmdə qan dövrəni funksiyası bərpa olunur, maddələr mübadiləsi normaya düşür və s.

Aparılan araşdırmalar nəticəsində sübut olunmuşdur ki, cavan orqanizmlər radioaktiv maddələrə qarşı daha həssasdır. Dəməli bu maddələr cavanlar üçün daha ağır fəsadlar törədir. Görünür ki, cavan orqanizmdə maddələr dövrəni sümük, əzələ, sinir hüceyrələrinin intensiv regenerasiyası müvafiq maddələrin sərfini artırır və beləcə radioaktiv nuklidləri çevikləşdirir.

4.4.Orqanizmin ionlaşdırıcı şüalanmalardan müdafiəsi

Antropogen mənbələrdən (təbii fon şüalanmasından və tibbi yoxlamadan alınan doza nəzərə alınmamaq şərti ilə ionlaşdırıcı şüaların əhaliyə və ətraf mühitə təsirinin buraxılabilən səviyyəsi radiasiya təhlükəsizlik normaları (NRB-76/87) ilə müəyyən olunur.

Bu normalara uyğun olaraq ionlaşdırıcı şüalanma mənbələrində bilavasitə işləməyənlər iki kateqoriyaya bölünürlər:

B kateqoriya – əhalinin məhdud hissəsi yaşayış şəraitinə və işçi yerinin yerləşməsinə görə radioaktiv maddələrin və digər şüalanma mənbələrinin təsirinə məruz qala bilərlər;

V kateqoriyalı – vilayətin, ölkənin əhalisi.

B – kateqoriya üçün dozanın hədləri kalendar ilinə görə aşağıdakı kimi qəbul edilmişdir.

Kritik qrup orqanlar I II III

Dozanın həddi, Zv/il 0,005 0,015 0,03

Zv -zvet-ekvivalent dozanın vahidi $IZv=100Ber$. Ber-ekvivalent dozanın xüsusi vahidi-istənilən növ şüalanmadan udulan dozanın miqdarıdır və 1 rad. rentgen şüalanmasını yaratdığı bioloji effektdə bərabərdir.

Rad – udulan dozanın xüsusi vahididir.

Doza həddinin buraxılabilən səviyyəsi üzərində nəzarət HPB -76/78 sənədi əsasında aparılır.

Daxili şüalanmada nəfəs alma və qida qəbul etmə orqanları tərəfindən illik şüalanma norması havada və suda buraxılabilən radionuklid həcm qatılığı qədər olmalıdır.

Xarici şüalanmada dozanın gücü, hissəciklərin axınının sıxlığı, səthlərin çirklənməsi buraxılabilən hədlər daxilində olmalıdır.

Həcm qatılığının buraxılabilən qiyməti radionuklit maddəsinin il ərzində insan orqanizminə daxil olan miqdarının orqanizmə daxil olan suyun və ya havanın həcminə olan nisbətidir.

B kateqoriyası üçün havanın həcmi $7,3 \cdot 10^6$ l/il suyun həcmi 800 l/il təşkil edir.

Nəfəsalma orqanları vasitəsilə bir il müddətində orqanizmə daxil olan naməlum tərkibli radionuklidlərin miqdarının hədd qiyməti və buraxılabilən həcm sıxlığı uyğun olaraq $3,7$ Bk/il və $3,7 \cdot 10^{-7}$ Bk/il bərabərdir.

Həzm orqanları vasitəsilə bir il müddətində orqanizmə daxil olan naməlum tərkibli radionuklidlərin suda məhlulunun hədd miqdarı və buraxılabilən həcm sıxlığı $1,11 \cdot 10^3$ Bk/il və $1,11$ Bk/il təşkil edir.

Bütün bədənin xarici şüalanmasında dozanın gücünün buraxılabilən qiyməti: sanitariya-müdafiə zonaları və müəssisələrin binaları üçün $2,4$ mk $Zv/saat$; yaşayış binaları və müşahidə zonalarının daxilində $0,6$ mk $Zv/saat$ təşkil edir.

Hesablamalarda sanitariya-müdafiə zonalarında olma müddəti 2000 saat/il, müşahidə zonalarında isə 800 saat/il qəbul edilir.

Real şəraitdə insan orqanizminə bir neçə radioaktiv maddə

və ionlaşdırıcı şüalanma mənbəyi təsir edə bilər, xarici və daxili şüalanma yarada bilər.

Xarici və daxili şüalanmanın birgə təsirindən hər bir kritik orqan üçün aşağıdakı şərtlər ödənilməlidir.

$$\frac{Hm_{\Sigma}}{PD} + \sum_j \frac{P_j}{PQP_j} + \sum_k \frac{P_k}{PQP_k} \leq 1 \quad (4.1.)$$

$$\frac{Hm_{\Sigma}}{DMD_b} + \sum_j \frac{C_j}{DK_{bj}} + \sum_k \frac{C_k}{DK_{bk}} \leq 1$$

Burada Hm_{Σ} – maksimal ekvivalent doza;

PD – dozanın həddi;

P_j – nəfəsalma orqanlarına daxil olan j radionuklidin orta illik miqdarı;

PQP_j – nəfəsalma orqanlarına daxil olan j radionuklidin illik həddi;

P_k – həzm orqanlarına daxil olan k radionuklidin orta illik miqdarı;

PQP_k – həzm orqanlarına daxil olan k radionuklidin illik həddi;

Hm_{Σ} – maksimal ekvivalent dozanın orta ortaillik gücü

DMD_B – dozanın gücünün buraxıla bilən həddi;

C_j – havada j radionuklidin həcm qatılığı;

DK_{Bj} – havada j radionuklidin buraxıla bilən həcm qatılığı;

C_K – j radionuklidin qidalanma maddələrində orta illik həcm qatılığı;

DK_{BK} – j radionuklidin qidalanma maddələrində buraxıla bilən həcm qatılığı.

B kateqoriyalı əhəlinin və ətraf mühitin şüalanmasına nəzarət və reklamlaşdırılması Səhiyyə Nazirliyinə həvalə edilir.

Təbii mənbələrdən olan fon ionlaşdırıcı şüalanmanın, həmçinin tibbi proseduralardan, televiziya və s. olan şüalanmaların təsiri HPB-76/87 sənədlərində nəzərə alınmamışdır və bunlara əlavə yük kimi baxılmalıdır.

Əhəlinin ionlaşdırıcı şüalardan müdafiəsinin əsas tədbirləri atmosferə, su hövzələrinə, torpağa sənaye müəssisələri tərəfin-

dən tərkibində radionuklidlər olan tullantıların atılmasına məhdudiyyət qoyulması və sənaye müəssisələrindən kənar sahələrin zonalaşdırılmasıdır. Bu məqsədlə lazım gəldikdə sanitariya müdafiə zonaları və müşahidə zonaları yaradılır.

Sanitar-müdafiə zonası – müəssisənin və ya radioaktiv tullantıların mənbələri ətrafında şüalanma səviyyəsi buraxıla bilən qiymətdən yüksək olan sahələrdir. Sanitar-müdafiə zonasının ölçüləri nəfəsalma və qida etmə orqanları tərəfindən bir il müddətində qəbul edilən radioaktiv maddələrin miqdarından və B kateqoriyalı əhəli üçün xarici şüalanmanın doza həddindən və həmçinin radioaktiv maddəsinin havada və sudakı həcm qatılığından asılı olaraq seçilir. Bu zonalarda məhdudiyyət rejimi qoyulur və radiasiya nəzarəti aparılır.

Müşahidə zonası – müəssisələrin radioaktiv tullantılarının təsirinin və yaşayan əhəlinin şüalanmasının müəyyən olunmuş buraxıla bilən həddə çatması ehtimalı olan sahələrdir. Müşahidə zonalarının sahələri 3-4 dəfə sanitariya müdafiə zonalarının sahələrindən böyükdür və burada radiasiya nəzarəti aparılır.

Atom sənayesi və nüvə-energetika müəssisələri üçün sanitariya müdafiə zonası xüsusi normativ sənədlər əsasında müəyyən olunur. Məsələn 1-2 milyon əhəli olan şəhərlərdə atom istilik-elektrik mərkəzləri və atom elektrik stansiyaları arasında məsafə uyğun olaraq 25 km və 40 km qəbul edilir.

Orqanizmdə şüalanma həddinin səviyyəsi və radionuklidlərin daxil olması üzərində nəzarət-yaşayış yerlərində radiasiya nəzarəti vasitəsilə həyata keçirilir.

İonlaşdırıcı şüalanmaların mənbələrinin təsirindən əhəlinin və ətraf mühitin müdafiəsi OSP-72/87 sənədinin tələbləri əsasında həyata keçirilir. Bu sənəddə bərk və maye radioaktiv tullantıların yığılması, basdırılması və zərərsizləşdirilməsi qaydaları, həmçinin tərkibində radionuklid ventilyasiya və texnologiyaların tullantıların atmosfərə atılmasında toz-qaz təmizləmə qurğularının tətbiqinin əsas mərhələləri göstərilir.

Radioaktiv tullantılar fiziki vəziyyətinə görə toz-qaz, maye

və bərk, aktivliyinə görə isə zəif aktivli, orta aktivli və yüksək aktivli qruplarına bölünürlər.

Maye radioaktiv tullantılar aktivlik səviyyəsinə görə aşağıdakı şəkildə qruplaşdırılır:

Zəif aktivli aktivlik səviyyəsi $< 3,7 \cdot 10^5$ Bk/l bərabərdir. Bu cür tullantılar təmizlənir və ətraf mühitə atılır;

Orta aktivli-aktivlik səviyyəsi $3,7 \cdot 10^5$ Bk/l-dən $3,7 \cdot 10^{10}$ Bk/l-dək təmizlənir və ətraf mühitə tullanır.

Yüksək aktivli-aktivlik səviyyəsi $\geq 3,7 \cdot 10^{10}$ Bk/l-dir. Saxlanılmağa və təkrar emal edildikdən sonra basdırılmağa göndərilir.

Həcm qatılığı dozəsindən 10 dəfədən çox olmayan radioaktiv çirkab sulan təsərrüfat-məişət kanalizasiyasına buraxılmasına icazə verilir. Bu şərtlə ki, həmin müəssisənin kollektorunda bunu radioaktiv olmayan çirkab sulan ilə 10 dəfə qarışdırmaq mümkün olsun və su hövzələrinə tullanan ümumi çirkab sularında radioaktiv maddələrin miqdarı buraxıla bilən qiymətdən çox olmasın.

Bütün kateqoriyadan olan maye radioaktiv maddələrin quyulara, suvarılan sahələrə, balıq təsərrüfatı üçün nəzərdə tutulan və quşların məskəni olan göllərə və su anbarlarına buraxılması qadağandır.

Qarışdırılması mümkün olmayan, həmçinin kiçik həcmə malik (200 l/sut.az) radioaktiv maddə tullantıları xüsusi qablara yığılır və basdırılmağa göndərilir.

Tərkibində zəif səviyyəli və orta səviyyəli radioonkulid olan maddələrdən çirkab sularını təmizləmək üçün müxtəlif üsullar (buxarlanma, ionla əvəzetmə, kimyəvi üsulla) tətbiq edilir.

Çirkab suları, rezin, neft məhsulları, fotoroplast, ağac və s. kimi materialları radioaktiv şüalanmadan təmizləmək üçün tətbiq olunan qurğularda sadəcə sxemlərdən istifadə olunur. Burada təmizləyici maddə kimi suda saxlanılan ^{60}CO istifadə edilir.

Sürətləndirici plazma və maqnit qurğularında soyutma sistemində suyu təmizləmək korroziya məhsullarından ayırmaq və

radioaktivlikdən azad etməkdən ibarətdir. Bu əməliyyat təmizləmə sistemində mexaniki süzgəclərlə (üz qatlı süzücü material, sulfid sellüloza, aktiv kömür) və son təmizləmə süzgəcləri ilə həyata keçirilir.

Bu təmizləmə sistemi adətən 1,5-2 il davam edir. Bu müddət keçdikdən sonra radioaktiv sorbentlər çıxarılır və basdırılmağa göndərilir.

Bərk radioaktiv tullantılar OSP-72/87 əsasən o tullantılar sayılır ki, onlarda xüsusi radioaktivlik aşağıdakı göstəricilərdən böyük olsun:

α – mənbəli şüalanmalar üçün $7,4 \cdot 10^3$ Bk/kq (transuran element üçün $3,7 \cdot 10^2$ Bk/kq).

β – şüalanma mənbələri üçün $7,4 \cdot 10^4$ Bk/kq;

γ – şüalanma mənbələri üçün $1 \cdot 10^7$ q - ekv. radiya/kq.

Əgər bərk tullantıların xüsusi radioaktivliyi yuxanda göstərilənlərdən aşağıdırsa, onda bu cür tullantılar adi zibil kimi basdırılmağa göndərilir.

Əgər bərk tullantıların radioaktivliyi yuxanda göstərilənlərdən yüksəkdirsə, və qısa yaşayan nuklidlərdən, yəni yarımparçalanma dövrü 15 sutkadan azdırsa, onda bu cür tullantılar basdırılmağa göndərilməmişdən qabaq aktivliyin lazımi səviyyəyə qədər azalması üçün onları konteynerlərdə saxlayırlar.

Radioaktiv tullantıların ayrılması konteynerlərdə xüsusi basdırma məntəqələrində həyata keçirilməlidir. Radioaktiv tullantıların toplandığı yerlərdən 1 metr məsafədə radioaktiv şüalanmanın gücünün dozası 0,1 mZv/saat-dan çox olmamalıdır.

Radioaktiv tullantıların basdırılma yerlərinə daşınması xüsusi avadanlıqla təchiz olunmuş üstüörtülü avtomaşınlarla və yaxud sistemalarla (maye tullantılar üçün) həyata keçirilir. Avtomaşınlar və dəyişən hissələr hər reysdən sonra radioaktivlikdən təmizləməlidir.

Zəif səviyyəli radioaktiv tullantıları basdırmaq üçün kanal və çən tipli anbarlardan istifadə olunur.

Ən çox təhlükəli orta səviyyəli və yüksək səviyyəli radio-

aktiv tullantılar təşkil edir. Bunların basdırılması 300-1000 m dərinliyə malik yeraltı anbarlarda və şaxtalarda həyata keçirilir. Yüksək səviyyəli tullantıları şaxtalarda basdırmaq həmişə mümkün deyil. Çünki, bu cür tullantılar böyük istilik ayırırlar və bu partlayışa səbəb ola bilər.

Bu tullantıların nisbətən təhlükəsiz basdırılması dənizdə böyük dərinliklərdə, təcrid edilmiş şəkildə şüşələnmiş, betonlaşdırılmış, yüksək möhkəmliyə malik konteynerlərdə mümkündür.

Radioaktiv tullantıların ayrılması və basdırılması problem! hələlik axıra qədər həll olunmayıb və bu sahənin inkişafı tələb edir.

Zəif effektiv qrupuna daxil olan toz-qaz şəklində tullantılar (adətən ventilyasiya tullantıları) borular vasitəsilə ətraf mühitə atılırlar və yayılırlar.

Bu halda borunun hündürlüyü və atılma şəraiti müşahidə zonalarında və onun ətrafı sahələrdə buraxılabilən həcm qatılığının təmin olunmasına zəmanət verməlidir.

OSP-27/87 sənədi ventilyasiya havasının təmizləmədən atmosferə tullanmasına icazə verir, bu şərtləki, onun həcm aktivliyi iş yerinin havasının buraxılabilən radioaktiv dozəsindən və onun illik miqdarı NRB-76/87-nin təyin etdiyi hədd dozəsindən artıq olmasın.

Toz-qaz tullantılarını radioaktiv aerozollardan təmizləmək üçün bütün növ təmizləyici aparatlar tətbiq edilir. Ən çox süzgəc elementləri FPP materiallarından olan süzgəclərdən istifadə olunur.

4.5. Radioaktiv çirklənməni global problemə çevirən səbəblər

Ətraf mühitin radioaktiv çirklənməsinin əsas mənbəyi nüvə silahlarının sınaqları, atom elektrik stansiyalarında və müəssisələrdə qəzalar, həmçinin radioaktiv tullantılardır. Təbii ra-

dioaktiv, radon da daxil olmaqla, həmçinin radioaktiv çirklənmənin səviyyəsinə təsir edir.

Nüvə partlayışları ilə əlaqədar olaraq, əmələ gələn radioaktiv çirklənmələr problemi bir sıra səbəblərdən global hesab olunur:

1. Nüvə silahlarının sınaqları zamanı radioaktiv məhsullar poliqonun ərazisindən kənarda da yayılır. Uzun müddət mövcud olan çirklənmələrə məruz qalan müxtəlif təbii mühitlər yaradır.

2. Güclü nüvə partlayışları zamanı stratosferə atılmış submikron hissələrin çökməsi. Yerdə həm şimal, həm də cənub yarımkürələrində global çöküntülər dairəsi formalaşdırır.

3. Planetin müxtəlif yerlərində bir sıra nəhəng qəzalar global radioaktiv çirklənmənin mənbəyi oldu.

4.6. AES və İES-lərin texnogen tullantılarının canlı aləm üçün ekotoksiki təhlükəsi

İES-in və AES-in ətraf mühitə təsiri, əsasən, üç istiqamətdə ola bilər:

1. tüstü qazlarının atmosferə atılması ilə;
2. yanma prosesi zamanı və soyuducu qurğulardan xarici mühitə itən və atılan istilik ilə;
3. kül atma qurğularından, yanacaq təsərrüfatından, su emalı qurğularından və s. atılan çirkab sular ilə;

4.1 sayılı cədvəldə İES və AES-lərin zərərli tullantılarının insan sağlamlığına təsiri haqqında məlumatlar verilmişdir

Müasir kənd təsərrüfatı qurğularının tətbiqi nəticəsində tüstü qazları ilə atmosferə aparılan uçan kül hissəciklərinin ətraf mühitə düşməsinin praktiki olaraq, tam qarşısı alınmışdır. Lakin kül atma qurğularından su hövzələrinə düşən külün qarşısının alınması hələ də tam həll edilməmişdir.

Cədvəl 4.1

İES və AES-lər tərəfindən ətraf mühitin çirklənməsi və insanın sağlamlığının pozulması
(İ.P.Gerasimova görə, 1979)

Çirkləndiricilər	İnsanın sağlamlığının pozulması
1	2
İstilik elektrik stansiyaları (İES)	
Tərkibində sərbəst silisium-oksidi və praktiki olaraq bütün metalları, o cümlədən arsen, vanadium, cıva qurğuşun olan toz, kül	Ağciyərlərin havanın təmizləmə qabiliyyəti və həcmi azalır, göz və yuxarı nəfəs yollarının selikli qişasını zədələyir. Orqanizmdə silisium-dioksidin toplanması, silikoz. Ağciyər və bağırsaq xərçəngindən ölüm hallarının çoxalması. Dərinin qıcıqlanması və zədələnməsi Zəhərlənmə. Mədə-bağırsaq yolunda, ağciyərlərdə və dəridə arsen duzlarının adsorbsiyası. Yuxarı nəfəs yollarının selikli qişasının qıcıqlanması. Tonzillit, faringit, rinit xəstəliklərinin çoxalması. Hemoqlobinin azalması. Dəri örtüyünün qıcıqlanması. Saçlarda arsenin miqdarının artması
Qumum tərkibində qətran maddələri, o cümlədən benzapirin olur	Ağ ciyər xərçəngi xəstəlikləri artırır
Kükürd anhidridi, kükürd oksidi	Orqanizmdə ümumi zəhərlənmə baş verir: qanın tərkibi dəyişir, nəfəs orqanlarının zədələnməsinə səbəb olur, infeksiyaya meillik artır, maddələr mübadiləsi pozulur, uşaqlarda arterial təzyiq yüksəlir, paranqit, bronxit, bronxopnevmaniya, rinit, rinofarangit, enfizema, asma, allergiya reaksiyası, yuxarı nəfəs yollarının və qan dövranı sisteminin kəskin xəstələnməsi. Qısamüddətli çirklənmə zamanı – gö-

	zün selikli qişasının qıcıqlanması, yaş axma, nəfəsalmanın çətinləşməsi, baş ağrıları, ürəkbulanma, qusma. Ümumi xəstələnmənin və ölüm hadisəsinin artması. Yorğunluq, əzələ gücünün zəifləməsi, huşsuzluğun artması, ürəyin fəaliyyət qabiliyyətinin azalması
Azot oksidləri	Ağciyər və nəfəs yollarının kəskin qıcıqlanması, onlarda iltihab proseslərinin, metemoqlobinin əmələ gəlməsi, qan təzyiqinin aşağı düşməsi
Atom elektrik stansiyaları (AES)	
Stronsium – 89, stronsium – 90, sezium – 134, yod – 129, kobalt – 60, marqans – 54, marqans – 56, tretium, maqnezium, natrium – 24, xrom, mis – 64, silisium – 31, fosfor – 32, barium, skandium, arsen – 76. Termal çirklənmə (suda	Genetik cəhətdən qeyri-spesifik bədxassəli yeni törəmələrin yaranma xəstəliklərinin artması. Xroniki təsir zamanı – əsəb fəaliyyətinin, cinsi vəzlərin funksiyasının, mədə-bağırsaq yollarının, nəfəs orqanlarının, ürək-damar sistemi fəaliyyətinin pozulması

Tüstü qazları hava hövzəsinə atılan zaman özləri ilə çoxlu miqdarda zəhərləyici maddələr aparır. Bunlar biosferaya keçməklə bütün canlı orqanizmlərin həyat fəaliyyətinə zəhərləyici təsir göstərir. Akademik V.İ.Vernadskinin verdiyi tərifə görə yer kürəsinin həyat mövcud olan bütün sahəsinə *biosfera* deyilir. Yer səthi və onun birləşmiş atmosfer təbəqəsi, suyun yuxarı səthləri və s. – bunların hamısı biosferanı təşkil edir. Ona görə də, onu mühafizə etmək vacib problemdir.

Məlumdur ki, atmosferin və təbiətin çirklənməsi təkcə İES-lər tərəfindən yox, həm də başqa sənaye müəssisələri və mühərrikli nəqliyyat vasitələri tərəfindən baş verir. Demək, insan fəaliyyəti ilə əlaqədar olan bütün texniki sahələr ətraf mühitin çirklənməsinə səbəb olan mənbələrdir.

Hava və su hövzələrinin mühafizəsini düzgün təşkil etmək

üçün hansı sənaye sahələrində daha çox yanacaq yandırılması və hansı sənaye sahələrində daha çox zəhərləyici maddələrin olması düzgün öyrədilməlidir. Bununla əlaqədar olaraq, 1966-cı ildə ABŞ mütəxəssisləri tərəfində tədqiqatlar aparılmış və müəssisələrin tüstü qazları ilə atmosfərə aparılan zəhərləyici maddələrin illik miqdarı öyrənilmişdir.

Tüstü qazları ilə aparılan mexaniki çirkləndirici maddələr ən çox sənaye müəssisələrinin payına düşür. Lakin ən çox zəhərləyici qazlar mühərrikli nəqliyyat vasitələrində əmələ gəlir.

İES-də atmosfərə tullanan zərərli maddələr daha çoxdur. Buna əsas İES-də daha çox keyfiyyətsiz və mineral yanacaqlardan istifadə edilməsidir. Atmosfərə tullanan zərərli maddələrin xüsusi qiymətinə gəldikdə isə, sənaye müəssisələri üçün bu qiymət dəyişən olur. Bu isə mühafizə məqsədi üçün tədbirlərin düzgün qəbul edilməsində çətinlik törədir.

Sənaye müəssisələrində atmosfərə atılan zərərli maddələrin xüsusi miqdarının dəyişməsinə əsas səbəb sənaye istehsalının sürətli inkişafı və tullantıların azaldılması üçün tətbiq edilən yeni metodlardır. Avtomobil istehsalının sürətlə artması atmosfer havasının işlənmiş qazlarla çirklənməsini daha da sürətləndirir. Bununla əlaqədar olaraq, son zamanlar avtomobil sənayesində atmosferin mühafizəsi məqsədi ilə bir neçə tədbirlər (məsələn, maye yanacaq əvəzinə qaz yanacaqlarından istifadə edilməsi, mühərriki yanacaq ilə təmin edən mexanizmlərin təkmilləşdirilməsi və s.) görülmüşdür.

İES tullantılarının ətraf mühitə təsirinə iki nöqteyi nəzərdən, yəni zəhərləyici maddələrin yalnız stansiya ətrafı mühitə və eləcə də biosferaya ümumi təsiri kimi baxmaq olar. İri İES-in qurulması ilə bərabər uca tüstü boruları da tikilir. Ancaq təcrübə göstərir ki, uca tüstü boruları, qurulduğu yerdən 25-50 km diametr boyunca sahədə yerləşən rayonların çirklənmə təhlükəsizliyinin təmin edə bilər. Bu məsafədən kənarda qalan biosferanın mühafizəsi təmin oluna bilər. Demək tüstü qazları ilə çirklənmə atmosfərə bitki, insan və heyvan aləminə zəhərləyici,

tikinti konstruksiyalarına, binalara və qurğulara dağıdıcı təsir göstərir.

Adətən, bitkilər, SO₂ qazının zəhərləyici təsirinə daha çox məruz qalırlar. Bu qazın zəhərləyici təsiri bitki yarpaqlarında xlorofil maddəsinin parçalanması nəticəsində yarpaqların zədələnməsi ilə müəyyən edilir. Yarpaqlarını tökən bitkilərə SO₂ qazının təsiri az olur. Ancaq həmişəyaşıl bitkilər üçün o cümlədən iynəyarpaqlı ağaclar üçün SO₂ qazının zəhərləyici təsiri daha çoxdur. Atmosfer havasında olan SO₂ qazının zəhərləyici təsirini öyrənmək üçün iynəyarpaqlı ağaclar üzərində tədqiqatlar aparılmış və öyrənilmişdir ki, havada olan SO₂ qazının 0,23-dən 0,32 mq/m³ -ə qədər qiymətində əvvəlcə yarpaqlarda fotosintez prosesi və sonra isə tənəffüs pozulur. Nəticədə 2-3 il müddətində ağac tam qurumuş olur. Atmosferdə olan SO₂ qazının 0,08-0,23 q/m³ qiymətində küknar ağacında fotosintez intensivliyi azalır və hava alması isə davam edir. Bu da bitkinin tədricən quruması və məhv olması ilə nəticələnir. SO₂ qazının 0,5-1 q/m³ qiymətindən yuxarı olan konsentrasiyalarında yarpaqlı bitkilərdə assimilyasiya prosesinin pozulması müşahidə olunur. İnsan üçün SO₂ qazının zəhərləyici təsiri 4-8 q/m³ qiymətlərində ola bilər.

Ümumiyyətlə, insana təsir edən zəhərləyici maddələr içərisində SO₂ qazının və atmosferdə asılı şəkildə olan hissəciklərin təsiri dərəcələri nisbətən yaxşı öyrənilmişdir.

Çirklənmiş atmosferin insana olan mənfi təsiri zəhərləyici dumanın olması zamanı müşahidə edilir. Zəhərləyici duman atmosferin çox çirklənməsi və pis meteoroloji şəraitin yaranması zamanı ola bilər. Zəhərləyici dumanın insana təsiri SO₂ qazının konsentrasiyasının birdən-birə artması ilə daha çox olur.

Atmosferdə olan zəhərləyici maddələrin insana təsiri bir çox xəstəliklərin yaranması və inkişafı ilə müşahidə olunur. Çirklənmiş atmosfer havanın təsirindən bir çox xroniki spesifik xəstəliklər əmələ gəlir. Məsələn, ateroskleroza və bununla əlaqədar olan ürək xəstəliklərini, hava yollarının xroniki xəstələnmə

məsi, xroniki asmanı, emfizemanı və s. xəstəlikləri göstərmək olar. Bu sahədə aparılan tədqiqatlar göstərmişdir ki, kənd əhalisinə nisbətən xəstəliklərin şəhər əhalisi arasında çox yayılması ilk növbədə atmosferin çirklənməsi və əhalinin sıx olması ilə izah edilir.

4.7. Yer səthinin atmosfer təbəqəsində baş verən çevrilmə prosesləri ilə çirklənməsi və onun sağlamlıq üçün təhlükəsi

Yer havasında olan zəhərli maddələr ilə təbii maddələr həmişə qarşılıqlı təsirdə olduğundan və atmosfer suları ilə onlarda yuyulma prosesi getdiyindən bu maddələr arasında müxtəlif çevrilmələr baş verir. Çevrilmə prosesi müxtəlif maddələr üçün müxtəlif olur. Asılı hissəciklərin atmosfer qatında qalma müddəti onların fiziki və kimyəvi xassələrindən, meteoroloji parametrlərdən, ən başlıcası isə hissəciklərin atmosferdə yayılma hündürlüyündən asılıdır.

Aerozol şəklində olan qatışıqlar ağırlıq qüvvəsinin təsiri altında şəh və yağış altında yuyulma nəticəsində atmosferdən ayrılır. Hissəcik şəklində olan maddələrin atmosfer havasında qalma müddəti isə onların çökmə prosesi ilə bağlıdır.

Çökmə prosesi hissəciklərin diametrindən asılı olaraq gedə bilər. Belə ki, ölçüsü 0,1 mkm-dən kiçik olan hissəciklər həmişə broun hərəkətində olduğuna görə onlar çökə bilmir. Ölçüləri 1 mkm-dən böyük olan hissəciklər isə əksinə Stoks qanununa tabe olmaqla bərabər, atmosfer havasından ayrılaraq bitki yarpaqlarına çökür.

Adətən, ölçüləri 0,1-1 mkm arasında olan hissəciklərin çökmə sürəti atmosfer havasının yerdəyişmə sürətindən kiçik olur. Ona görə də, belə hissəciklərin atmosfer havasında qalma müddəti uzun olur.

Hissəciklərin diametrindən asılı olaraq çökmə sürətləri aşağıdakı qiymətlərdə dəyişir. (Cədvəl 4.2)

Cədvəl 4.2

Hissəciklərin diametrindən asılı olaraq çökmə sürətləri

Hissəciklərin radiusu, mkm	Çökmə sürəti, sm/san
0,1	$8 \cdot 10^{-6}$
1,0	$4 \cdot 10^{-3}$
10,0	0,3
100,0	25

Hissəciklərin atmosfer havasında qalma müddəti onların koagulyasiya olunma dərəcəsiindən də asılıdır. Təbii ki, küləyin olması hissəciklərin havadan ayrılmasına böyük təsir göstərir, yəni onların atmosfer havasında qalma müddətini artırmış olur.

Qaz müddətlərin atmosfer havasında qalma müddəti çox az öyrənilmişdir. SO₂ qazının atmosfer havasında qalma müddəti üçün müxtəlif tədqiqatçılar tərəfindən müxtəlif qiymətlər verilməmişdir və göstərilir ki, bu qiymət bir neçə saatdan 1,5 sutkaya qədər ola bilər.

Məlumdur ki, SO₂ qazının SO₃ qazına çevrilməsi xüsusi katalizator tətbiq etməklə mümkündür. Ancaq təhlil göstərir ki, tüstü qazları ilə atmosfərə atılan SO₂ qazlarının az hissəsi qaz yolunda tədricən oksidləşərək SO₃ qazına çevrilir və sonra bu su buxarı ilə birləşərək turşu buxarı (H₂SO₄) əmələ gətirir. Bu proses atmosfer havasında da davam edir.

Təbii ki, belə prosesin getməsinə səbəb günəş şüaları və kiçik toz hissəcikləridir. Çünki bunlarda katalizator xassəsi, yəni oksidləşdirici xassə ola bilər. Tədqiqatlar göstərir ki, SO₂ qazının oksidləşmə sürəti, dalğa uzunluğu 220-250 mm olan şüalanmada daha böyük olur.

Oksidləşdirmə prosesinə havanın nəmliyi də təsir edir. Belə ki, müxtəlif tədqiqatlar tərəfindən təcrübələr göstərir ki, nəmliyi 60% olan havada turşu aerosolunun qiyməti 7,8%,

81% olan havada isə 31% təşkil edir.

Bundan başqa məlum olmuşdur ki, atmosfer havasında qaz şəkilli çirkləndiricilərin əmələ gəlməsi tempo və fotooksidləşmə prosesinin təsiri ilə də gedir. Yəni atmosfer havasında olan maddələr arasında baş verən çevrilmələr istilik və şüa fotonlarının bilavasitə iştirakı ilə də baş verir. Belə proseslər ən çox atmosfer havasının yer səthindən 30 km hündürlükdə yerləşən təbəqəsində gedir. Təhlil göstərir ki, burada 290 nm dalğa uzunluğunda bütün uzun və qeyri-uzun maddələrin parçalanması və çevrilməsi gedir. Mürəkkəb molekulların parçalanaraq karbon oksidi, su, azot, oksigen və s. şəklində yer səthinin atmosfer təbəqəsinə qayıtması daha maraqlıdır. Müəyyən edilmişdir ki, azot iki oksidin atmosfer havasında NO və O-nə parçalanmasında günəş spektrlərindəki ultrabənövşəyi şüaların təsiri ilə gedən fotokimyəvi proseslərin böyük rolu vardır. NO₂ qazının parçalanması üçün tələb olunan enerjinin qiyməti 300 kC/mol olur ki, bu da dalğa uzunluğu 396 Hm olan foton sellərinə uyğundur.

NO₂ qazının atmosfer havasındakı dissosiasiyası əlavə olaraq azotun və başqa maddələrin əmələ gəlməsi ilə nəticələnir. Bununla bərabər bu reaksiyanın getməsi ilə karbohidrogen birləşmələrinin də oksidləşməsi baş verir. Nəticədə karbon oksidi və karbon iki oksidi ilə bərabər üzvü aerosol maddələr də əmələ gəlir. Azot oksidi və karbohidrogen birləşmələrinin birləşməsi zamanı hava təbəqəsində çox zəhərləyici xassəyə malik olan nitratperoksiatsilat əmələ gəlir. Bu qrupa daxil olan zəhərləyici maddələr, şəhər havasının zəhərləyici qazlarla dumanlaşması zamanı müşahidə olunur.

Azot oksidinin parçalanması prosesində alınan NO qazı ilə atom halında olan oksigen qazı arasındakı birləşmə reaksiyası sürətlə gedir. Yəni ikinci pillə reaksiyanın getməsi nəticəsində yenidən azot iki oksidi və azot alınır. Sonra azonun azot-2-oksid ilə qarşılıqlı təsiri nitratların əmələ gəlməsi ilə nəticələnir.

Son zamanlar müəyyən edilmişdir ki, şəhər yerlərində yer

səthinə yaxın atmosfer havasında fotokimyəvi çevrilmələrin nəticəsində baş verən çirklənmənin artması, neft tipli üzvi maddələrin və yüksək temperatur şəraitində əmələ gələn azot oksidi qazlarının çox olması ilə əlaqədardır.

Fotokimyəvi proseslər nəticəsində atmosfer havasında əmələ gələn bütün oksidləşdiricilər (bunlara *oksidantlar* da deyilir) bir sıra hallarda oksidləşmə reaksiyaları intensiv getməsi sahəsində gigiyena göstəricisi kimi də qəbul edilir.

Radioaktiv üzvi qatışıqların və azot oksidi ilə çirklənmiş atmosfer qatında fotokimyəvi dumanların yaranması şəraiti günəş radiasiyasından, temperatur dəyişməsindən və küləyin sürətinin kiçik olmasından asılıdır.

Belə bir sual yaranır ki, görəsən İES-in tüstü qazları ilə atmosfərə atılan zəhərləyici maddələrin təbiətə böyük miqyasda təsiri varmı? Bunlar təbiətdəki maddələrin cərəyan etməsinə nə kimi təsir göstərilir.

Hər şeydən əvvəl qeyd etmək lazımdır ki, insanın fəaliyyəti nəticəsində yaranan tullantılar ətraf rayonlar üçün yad hesab edilə bilməz və başqa maddələr kimi bu tullantılar da atmosfer, litosfer və hidrosfer arasında cərəyan edir.

Hesablamalar göstərir ki, atmosfer qatında 2000 mlrd. ton CO₂ şəklində karbon qazı vardır. Bunun hər bir ildə 135 mlrd. tonu atmosferdə, quruda və dənizlər arasında cərəyan edir. Atmosferin nəfəsalma qatındakı CO₂-nin miqdarı 15 mlrd. tondur. Yanma proseslərindən atılan CO₂ qazlarının atmosfer təbəqəsindəki karbon qazının ümumi dövrəsinə təsiri olmasa da, nəfəsalma təbəqəsindəki karbon qazının dövrəsinə böyük təsiri vardır.

Təbii proseslər nəticəsində hər ildə atmosfərə mlrd. ton, antropogenlərdən isə 100-200 mln ton toz hissəcikləri keçir. Təbii prosesləri ilə NO₂ və NH₃ şəklində atmosfərə mlrd ton, antropogenlərdən isə 60-70 mlrd ton azot gedir.

Son yüz ildə karbon qazının atmosfer havasındakı konsentrasiyasının artması müşahidə olunmuşdur, yəni CO₂ qazı

0,029-dan 0,032 %-ə qədər artmışdır. Karbon qazının artması canlı aləm üçün qorxulu hesab edilmişdir. Lakin, atmosfer havasında CO₂ qazının artması davam edərsə, onda planetin ümumi rota temperaturunun yüksəlmə qorxusu yaranır. Bununla bərabər oksigenin sıxlığı da azalmış olur, ancaq belə hesab edilir ki, hətta oksigenin bir neçə faiz azalması belə biosferaya zərərli nəticə belə verməz, çünki CO₂ qazının artması çox kiçik həddə gedir.

Hazırda zərərli maddələr üçün BBKH norması əsasən sə-naye rayonları üçün tərtib edilmişdir, planet üçün hələlik belə normativin təşkilinə ehtiyac yoxdur.

4.8. Əhali yaşayan rayonlarda atmosfer havasında zərərli maddələrin buraxıla bilən konsentrasiya həddi

Yaşayış rayonlarının hava hövzəsindəki zərərli maddələrin konsentrasiyası əsasən tüstü qazlarının atmosfer qatında yayılmasının düzgün təşkilindən asılıdır.

Ümumiyyətlə, zərərli maddələrin canlı orqanizmlər üçün nə dərəcədə qorxulu olması onların yer səthinə yaxın mühit üçün aparılan hesablama qiymətinin maksimal həddinə görə müəyyən edilir. Zərərli maddələrin maksimal hesablama qiyməti çox pis meteoroloji şəraitdə onların atmosfərə atıldığı yerdən müxtəlif məsafələrdə ölçülməsi ilə müəyyən edilir.

Yer səthinin atmosfer təbəqəsində hər bir zərərli maddənin maksimal konsentrasiyası maksimal-birdəfəlik konsentrasiyasının buraxılabilən qiymətindən (BBQ) böyük olmamalıdır, yəni $m \leq BBKH$ şərti ödənilməlidir. Əgər atmosfer qatında bir neçə zərərli maddələrin qarışığı olarsa, onda norma qiyməti üçün aşağıdakı şərt ödənilməlidir.

$$\frac{C_1}{BBKH_1} + \frac{C_2}{BBKH_2} + \dots + \frac{C_n}{BBKH_n} \leq 1$$

Yaşayış rayonlarının atmosfer havası üçün zərərli maddələrin BBKH-i keçmiş ittifaqın Səhiyyə Nazirliyi tərəfindən təsdiq edilmişdir. 4.3 sayılı cədvəldə BBKH üçün norma qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 4.3
Yaşayış rayonlarının atmosfer havasındakı bəzi zərərli maddələrin BBKH-i

Zərərli maddələr	BBKH qiyməti	
	Maksimal birdəfəlik	Orta sutkalıq
Azot – 2 – oksid	0,085	0,085
Azot turşusu:		
H ₂ S ₂ O ₃ molekulu üzrə	9,4	0,4
Hidrogen ionu üzrə	0,006	0,006
Vanadium – 5 – oksid	-	0,002
Arsen	-	0,003
Zəhərli olmayan toz hissəcikləri	0,5	0,15
Qurum (his)	0,15	0,05
Sulfat turşusu:		
H ₂ SO ₄ molekulu üzrə	0,3	0,1
Hidrogen ionu üzrə	0,006	0,001
Kükürd anhidridi	0,5	0,05
Hidrogen sulfid	0,008	0,008
Karbonlu kükürd	0,03	0,005
Karbon oksid	3	1
Karbon – 4 – oksid	4	2
Sirkə anhidridi	0,1	0,03
Fenol	0,01	0,01
Fosfor anhidridi	0,15	0,05
Flüorlu birləşmələr	0,02	0,005
Qazşəkilli birləşmələr (HF, SiF ₄)	0,03	0,01
Yaxşı həll olan qeyri-üzvi birləşmələr (NaF, Na ₂ SiF ₆)	0,35	0,35
Aseton	1,5	0,8
Benzol	0,2	0,2
Ammonyak	0,6	0,6
Toluol	0,1	0,03
Xlor	0,04	0,02
Xlorofos	0,035	0,012
Formaldehid	0,03	0,01
Fluor və fluor duzları (birlikdə)	35	5
Etilen		3
Etilen	0,01	0,0001

Bizim ölkədə havanın keyfiyyət standartı zəhərli maddələr üçün qəbul edilən buraxıla bilən konsentrasiya həddi (BBKH) ilə xarakterizə olunur.

Adətən, atmosfer havasının çirklənməsi öyrənilən zaman bütün zərərli maddələr üçün ayrı-ayrılıqda hesablama aparılır. Bununla yanaşı, kükürd və azot oksidlərinin ümumi təsiri üçün Nazirliyin əlavə tələbi verilmiş və aşağıdakı şərt daxilində qəbul edilmişdir.

$$\frac{C_{SO_2}}{BBKH_{SO_2}} + \frac{C_{NO_2}}{BBKH_{NO_2}} \leq 1 \quad (4.2)$$

Əlavə qəbul edilmiş bu tələb İES və başqa sənaye sahələrinin məsuliyyətini bir daha artırmışdır.

4.9. Çirklənmiş havanın əhalinin sağlamlığına və məişət şəraitinə təsir edən qiymətləri

Ümumdünya sağlamlığı mühafizə təşkilatı komitəsinin eksperti tərəfindən, insan həyatı üçün təhlükəli olan zəhərləyici maddələrin təsir edici qiymətləri aparılmış tədqiqatlar əsasında tərtib edilmişdir. Həmin qiymətlər aşağıdakı 2.5 sayılı cədvəldə verilmişdir. Lakin qeyd etmək lazımdır ki, cədvəldə verilən rəqəmləri mütləq ədəd kimi qəbul etmək olmaz. Çünki, SO₂ qazının insan orqanizminə təsiri sahəsində etibarlı nəticələr hələ də məlum deyildir.

Cədvəl 2.5

Çirklənmiş havanın əhalinin sağlamlığına və məişət şəraitinə təsir edən qiymətləri

Çirkləndiricilər	Ölüm vəziyyətinin yük-səlinəsi və xəstə anaya müraciət etmə (sutka ərzində)	Ağ ciyərin xəstələnməsi ilə xəstənin halının ağır-laşması (sutkada ərzində)	Nəfəs orqanlarının ağır-laşması (orta il ərzində)	Görmənin dəyişməsi orta il ərzində
SO ₂ mq/m ³	0,5	0,5-0,25	0,1	8,00
Asılı hissəciklər, mq/m ³	0,5	0,25	0,1	8,00

Qeyd etmək lazımdır ki, üstü qazları ilə atmosfərə atılan zəhərləyici qazlardan biri də NO₂ qazıdır. Əvvəllər NO₂ qazının zəhərləyici təsiri məlum olmadığından onun atmosferdə yayılması üçün buraxılan norma qiyməti verilməmişdir. Lakin, NO₂ qazının zəhərləyici təsiri məlum olduğdan sonra 1966-cı ildə keçmiş ittifaqın səhiyyə nazirliyinin baş sanitar epidimoloji idarəsi tərəfindən norma qiyməti təyin edilmişdir.

Müxtəlif ölkələrdə aparılan tədqiqatlar nəticəsində öyrənilmişdir ki, NO₂ qazı ilə çirklənmiş rayonlarda insanın nəfəs orqanları öz funksiyasını itirir, respirator xəstəlikləri artır, qanın tərkibində hemoqlobinin dəyişməsi, yəni metheloqlobinlərin artması baş verir.

Azot oksidi təbii şüalanmanı udaraq atmosferin şəffaflığını pozur və fotokimyəvi tutqunluq yaradır. O, görmə orqanlarına pis təsir edir. İşıq avadanlıqlarını korroziyaya uğradaraq onları dağıdır. Ümumiyyətlə, yaxın keçmişdə baş vermiş texnogen ekoloji qəzaların nəticəsi ilə bağlı aparılan araşdırmalardan məlum olur ki, radioaktiv maddələrin ətraf mühitdə yol verilən norma həddini keçməsi bir sıra fəsadlar yaradaraq təkcə insanlar və onların sağlamlığı üçün deyil, həmçinin müxtəlif materiallardan hazırlanmış avadanlıqlar, nəqliyyat vasitələri, yaşayış və inzibati binalar, eləcə də memarlıq abidələri, heykəllər, kommunikasiya xətləri, yol geyimləri-örtüklər və s. üçün hədsiz dərəcədə təhlükəlidir. Ona görə də yaşayış rayonlarında radioaktiv maddələrin yol verilən həddi keçməməsi üçün daim ciddi profilaktik tədbirlər aparılmalı, texnogen ekoloji qəzaların baş vermə ehtimalı minimuma endirilməlidir.

4.10. Yaşayış məntəqələrində radioaktiv elementlərin yayılması təhlükəsi və ondan mühafizə yolları

Radioaktiv aeroxollar və onların yayılması. Radioaktiv aeroxollar bərk və maye radioaktiv maddələrin xırdalanması, yaxud radioaktiv maddələrin buxarlarının kondensiyası nəticəsində əmələ gəlir.

Bu üsul qeyri-aktiv aerosolların əmələ gəlməsi prinsipi ilə eynidir.

Bəzi radioaktiv aerosolların hissəcikləri bütövlükdə hər hansı bir radioaktiv elementdən, yaxud onun birləşməsindən əmələ gəlir.

Başqa aerosollarda kütlənin böyük hissəsi qeyri-aktiv maddələrdən ibarətdir və radioaktiv maddələrin qarışığı azlıq təşkil edir. Məsələn, su damlalı maye aerosolda müəyyən miqdarda radioaktiv maddənin həll olduğu kimi.



Şəkil 4.2. Şüalanma nəticəsində kommunikasiya xətlərinin zədələnməsi



Şəkil 4.3. Uşaq-əyləncə mərkəzləri güclü radioaktiv şüalanmadan sonra



Şəkil 4.4. Radiasiya şüalanmasının nəticələri



Şəkil 4.5.

Radioaktiv aerosollarda həm təbii, həm də süni, həmçinin kiçik və böyük yarımparçalanma dövrlərinə malik radioaktiv maddələrin hissəcikləri ola bilər.

Adətən radioaktiv aerosolların hissəcikləri qeyri-aktiv hissəciklərlə qarışıq şəkildə olurlar. Radioaktiv aerosollar qeyri-aktiv aerosollardan bioloji təsirinə, elektrik xüsusiyyətlərinə, həmçinin əmələ gəlməsinin bəzi cəhətləri ilə fərqlənilir.

İnsanlar radioaktiv aerosolların təsirinə uran filizini çıxarkən məruz qalmışlar. Uran şaxtalarının havasında həm qısamüddətli, həm də uzunmüddətli parçalanan radioaktiv elementlərin aerosolları olur. Ancaq ümumilikdə əmələ gələn radioaktiv aerosolların miqdarı o qədər də çox olmur.

Birinci atom reaktorlarının işə salınması nəticəsində əmələ gələn radioaktiv aerosolların miqdarı xeyli artmışdır. Bununla əlaqədar olaraq, eyni vaxtda bu prosesin qarşısının alınması və yaxud məhdudlaşdırılması üçün müəyyən tədbirlərdə götürülmüşdür.

Radioaktiv aerosolların əmələ gəlməsinin ən güclü mənbəyi atom bombasının partladılmasının nəticəsidir. Bu halda müxtəlif yarımparçalanma dövrlərinə malik küllü miqdarda radioaktiv hissəciklər əmələ gəlir.

Hələ Çernobl AES-nin qəzasına qədər xeyli qalmış müəssisələr tərəfindən soyutma sisteminin sıradan çıxması və nəzarətin zəifləməsi üzündən atom reaktorunun qəzası nəticəsində radioaktiv aerosol tullantılarının böyük təhlükə təşkil edə biləcəkləri qeyd edilmişdir. 26 aprel 1986-cı ildə Çernobl AES-də baş vermiş qəza nəticəsində belə də oldu.

Çernobl AES-dəki partlayış tarixdə böyük texnoloji fəlakətdir. Dördüncü enerji blokundan ayrılan radionuklidlər nəinki stansiyasının ətrafındakı sahələri çirkləndirirlər, onlar həmçinin çox-çox uzaqlarda Avropanın çoxlu ölkələrində özlərinin təsirini göstərdilər. Dağılmış enerji blokunun üzərinə "sarkofaq" adlanan nəhəng qalpaq inşa edildi. Bu qalpağın altında 185 T, təqribən 96% istifadə olunmamış nüvə yanacağı qaldı.

Qalan miqdar yanacaq fəlakət nəticəsində ətraf mühitə səpəldi.

Radioaktiv aerosollardan müdafiə üç yolla həyata keçirilir: aerosolların əmələ gəlməsinin məhdudlaşdırılması; onların yaranmasının məhdudlaşdırın və onlarla kontraktı olmayan qurğuların tətbiq edilməsi; tərkibində aerosol olan havanın təmizlənməsi.

Ən səmərəli yol aerosolların əmələ gəlməsinin qarşısının alınmasıdır. Bunun üçün toz tipli radioaktiv materialların tətbiq olduğu "quru" texnoloji prosesləri yaş proseslərlə əvəz etmək lazımdır. Məsələn, su suspensiyalı tipli maddələr tətbiq etməklə radioaktiv materialların emalı əməliyyatlarını maye səthinin müdafiəsi altında aparmaqla yerinə yetirmək.

Radioaktiv aerosollardan effektiv müdafiənin yollarından biri də onların iş aparılan həcmdə kipliyinin təmin olunmasıdır (boks, kamera və s.) Bu sistemlərdə təzyiqi aşağı qiymətlərdə saxlamaq lazımdır ki, radioaktiv aerosol hissəcikləri binaya daxil ola bilməsinlər.

Radioaktiv maddələrlə iş uzaqdan idarə olunan manipulyatorlarla aparılmalıdır.

Binadan və avadanlıqdan xaricə atılan havanın tərkibindəki radioaktiv aerosol hissəcikləri tutmaq üçün effektiv təmizləmə sistemi tətbiq edilməlidir ki, atmosfərə atılan havadakı radioaktiv maddələrin qatılığı buraxıla bilən sanitariya normalardan artıq olmasın.

Atom yanacağı istehsal və istifadə edən müəssisələrdə insanların sağlamlığı üçün qorxu törədən radioaktiv qazlar ayrılır. İnsanların radioaktiv şüalanması qazların nəfəs alma orqanları vasitəsilə orqanizmə daxil olması vasitəsilə, həmçinin xarici şüalanma yolu ilə baş verir.

Radioaktiv qazlar havada sərbəst halda, yaxud aerosol hissəcikləri ilə adsorbsiya nəticəsində olurlar. Havada radioaktiv qazların qatılığı geniş intervalda dəyişir və mənbədən asılıdır. Radioaktiv qazların hədd qatılığı sanitariya-müdafiə normaları ilə

müəyyən edilir.

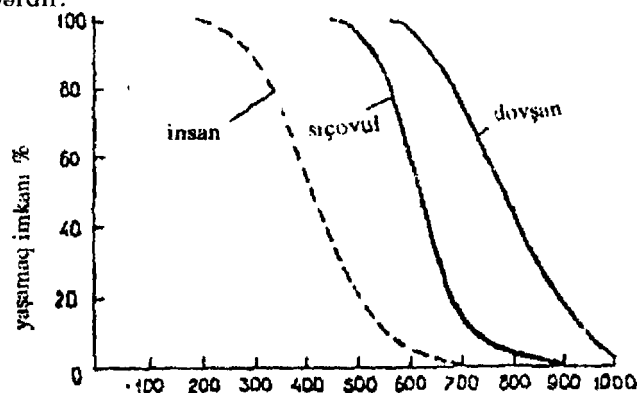
İonlaşdırıcı şüalanmanın dozası "dozimetr" adlanan xüsusi cihazla təyin edilir.

İonlaşdırıcı şüaların insan orqanizminə təsiri orqanizmin toxumaları tərəfindən şüalanma enerjisinin udulması nəticəsində baş verir.

Nəticədə biokimyəvi prosesi və maddələr mübadiləsini pozan uzunmüddətli şüalanma nəticəsində orqanizmdə dönməyən dəyişiklik yaranır ki, bu da xəstələnməyə, hətta ölməyə səbəb olur.

Şüalanmanın orqanizmə təsir dərəcəsi, şüalanmanın enerjisi, udulan dozanın qiyməti ilə xarakterizə olunur və rentgenlə qiymətləndirilir.

Şəkil. 4.7-də insan, siçovul və dovşanın radioaktiv şüalanma nəticəsində aldığı təsirin qrafiki göstərilmişdir. Qrafikdən görüldüyü kimi şüalanmanın təsiri şüalanmaya qarşı fərqi hissiyyatından çox asılıdır. Sxemdən görüldüyü kimi insanın radioaktiv şüalanmadan sonra yaşamaq ehtimalı siçovul və dovşana görə daha azdır. Belə ki, 350 R dozası ilə şüalanmada 10%, 700 R dozası ilə şüalanmada 75% siçovul məhv olur. Halbuki, bu dozalarda insanın yaşamaq ehtimalı 60% və sıfıra bərabərdir.



Şəkil 4.7. Yaşamaq imkanının şüalanma dozasından asılılığı

4.11. Yaşayış rayonlarında havanın radioaktiv aerosollardan təmizlənməsi

Radioaktiv maddələr ayrılan istehsal binalarında ventilyasiya sistemi quraşdırılır və hava mütləq radioaktiv çirkləndiricilərdən təmizlənilir.

Havanın radioaktiv çirkləndiricilərdən təmizlənməsi prinsip etibarilə havanın digər çirkləndiricilərdən təmizlənməsi prosesi ilə eynidir. Ancaq burada xüsusi cəhət nəzərə alınmalı, xüsusi üsul və xüsusi avadanlıq tətbiq olunmalıdır. Təmizlənmə prosesindən sonra havada praktiki olaraq radioaktiv aerosollar qalmamalıdır. Hətta çox az aerosol qaldıqda müəyyən müddətdən sonra yığılaraq xoşagəlməz nəticələrə səbəb ola bilər. Təcrübədə havanı radioaktiv aerosollardan təmizlənməsi üçün yük sək səmərəliyə malik, keyfiyyətli materiallarla təmin olunan avadanlıq tətbiq edilir.

Lakin təmizləmə prosesində radioaktiv aerosolların süzgəc üzərində çökməsi nəticəsində onların təmizlənməsində və zərərsizləşdirilməsində müəyyən problemlər yaranır. İşlənmiş süzgəclərin ləğv edilməsi, yaxud basdırılması məsələsi bu problemlərdən biridir.

Bundan əlavə bu süzgəclərin yandırılması prosesində əmələ gələn yanma məhsullarının zərərsizləşdirilməsi ayrıca məsələ kimi həll olunmalıdır.

Sənayedə ventilyasiya sistemində geniş tətbiq edilən adi təmizləyici avadanlıq-siklonlar, batareyalı siklonlar, xortumlu süzgəclər, elektrik süzgəcləri və digər qurğular havanı tərkibində cüzi miqdarda və bəzən milliqramın mində bir hissəsi qədər olan radioaktiv aerosollardan tamamilə təmizləmək iqtidarında deyildirlər.

Havanın radioaktiv aerosollardan zərif təmizlənməsi əsasən FP (Petryanov süzgəci) süzgəc materialı ilə təchiz olunan süzgəclərlə həyata keçirilir.

Havanı radioaktiv aerosollardan təmizləmək üçün digər

tipli süzgəclərdən də istifadə olunur: lifli (şüşə liflərindən və sintetik materiallardan olan taxmalarla) və dənəli.

Bu cür filtrlər əsasən havanı ilkin təmizləmək üçün təmizləmənin birinci pilləsində istifadə olunur.

Çox da böyük həcmə malik olmayan havanı təmizləmək üçün bir gövdədə iki qat təmizləyici material yerləşdirilir: birinci qat şüşəliflərdən, yaxud digər materialdan (kobud təmizləmək üçün), ikinci qat isə FP materialından ibarət olur (zəif təmizləmək üçün). Bu cür konstruksiya avadanlığın qabarit ölçülərini azaltmağa imkan verir.

Tərkibində radioaktiv aerosollar olan havanın ilkin təmizlənməsi həmçinin müxtəlif tipli skrubərlərdə, yaxud Venturi bora-su tipli sürətli yuyucularda da yerinə yetirilir.

Yuyucu Venturi borusu tərkibində radioaktiv maddələr olan tullantıların sobalarda yandırılması zamanı ayrılan qazların təmizlənməsi üçün daha məqsədəuyğundur.

Venturi borusuna qədər qazların skrubərdə 50-60°C qədər soyudulması zəruridir.

Yaş təmizləmədən sonra FP materiallı süzgəcdə zərif təmizləmək üçün hava su buxarı ilə kondensasiya üçün onu 5-10°C qızdırmaq lazımdır.

Havanın radioaktiv hissəciklərdən təmizləmək üçün istifadə olunan süzgəclərin quraşdırılması və istismarı zamanı, xüsusilə işlənmiş süzgəclərin yeniləri ilə əvəz edildikdə işçilərin xarici şüalanmadan qorunmasına xüsusi diqqət yetirilməlidir.

Eyni zamanda bioloji müdafiə, həmçinin süzgəcin kamera və digər konstruktiv elementlərlə birləşdirən yerlərin kipliyinin təmin olunması nəzərdə tutulur. Kipliyi təmin etmək üçün rezin üzüləklərdən, müxtəlif pastalardan istifadə olunur.

Şüalanmadan müdafiə üçün müdafiə ekranları da qoyulur.

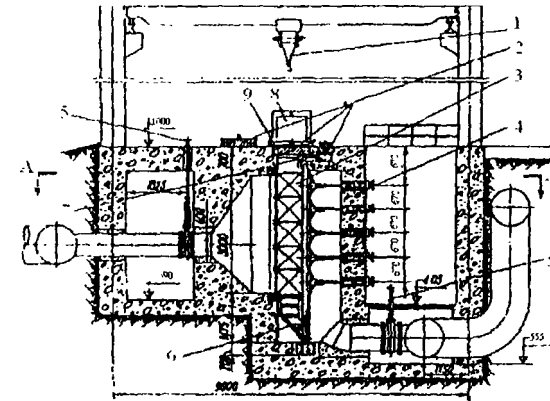
Havanı təmizləmək üçün tətbiq olunan qurğular mütəmadi nəzarət altında saxlanılır.

Havanın və süzgəc qurğusunun özünün radioaktivliyi süzgəc qoyulana qədər və süzgəcdən sonra təyin edilir. Nəzarət

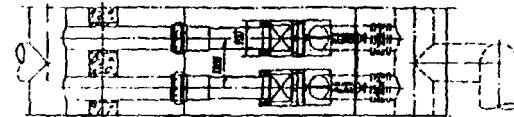
məqsədilə havadan nümunə götürmək üçün mərkəzi nəzarət sistemindən və fərdi dozimetrdən istifadə edilir.

FP materialı ilə təmin olunan süzgəclər və digər lifli süzgəclər yenidən bərpa olunurlar. İstismar müddəti qurtardıqdan sonra onlar qurğulardan çıxarılır və yeniləri ilə əvəz olunurlar. Süzgəclərin istismar müddəti adətən radioaktiv aerosolların çökməsi nəticəsində onlarda radioaktivlik müəyyən səviyyəyə qədər çatdıqda məhdudlaşır.

İşlənmiş süzgəclərdə radioaktiv çöküntülər olduğundan onların əvəz olunma prosesi xüsusi ehtiyat tədbirlərini tələb edir. Süzgəclərin yeniləri ilə əvəz olunması mexaniki yolla məsafədən idarə etmə vasitələri ilə yerinə yetirilir.



PC A-A



Şəkil. 4.8. Süzgəc qurğusunun məsafədən idarəetmə sxemi
1 – qaldırıcı tal; 2 – dəyişən örtüklər; 3 – süzgəc;
4 – sıxıcı mexanizm; 5 – şeber; 6 – qaldırıcı oturacaq;
7 – oturacağı qaldıran şturval; 8 – konteyner; 9 – arabacıq;

Şəkil 4.8-də məsafədən idarə etməklə süzğəclərin yerləşdirilməsi sxemi göstərilmişdir.

Qurğu döşəmənin səviyyəsindən aşağıda yerləşir və ayrı-ayrı quyularda yerləşən bir neçə qrup süzğəclərdən ibarətdir. İonlaşdırıcı şüalanmadan bioloji müdafiə beton qatı ilə təmin edilir.

Bir-birinin üzərinə qoyulmuş ayrı-ayrı süzğəclər qaldırıcı kran vasitəsilə quyuya sallanır və öz yuvasında sıxıcılar vasitəsilə bərkidilir. Prosesin idarə olunması məsafədən şturval vasitəsilə yerinə yetirilir. İşlənmiş süzğəcləri azad etmək üçün quyunun qapağı açılır və onun üzərində xüsusi konteyner qoyulur. Süzğəclər bir-bir azad edilir və tros havisətişə qaldırılaraq konteynerə doldurulur. Konteynerin qapağı bağlanır və kənar edilir. Sonrakı süzğəc üçün boş konteyner verilir və bu proses axırıncı süzğəc üçün davam etdirilir.

Süzğəc qurğusu qrup süzğəclərə malik bir neçə quyudan ibarət olduğundan süzğəclərin dəyişdirilməsi prosesi sisteminin aramsız işləməsini təmin edir.

İşlənmiş süzğəclərin ləğv olunması. Radioaktiv hissəcikləri tutmaq üçün istifadə olunan süzğəclər və digər radioaktiv tullantılar xüsusi yerlərdə basdırılmalıdırlar.

Tullantıların həcmi azaltmaq məqsədilə yenidən bərpası mümkün olmayan, işlənmiş süzğəclər xüsusi sobalarda yandırılır. Lakin bəzi süzğəc materialları yuyulduqdan sonra yenidən süzğəclərdə istifadə oluna bilər. FP materiallı süzğəclər bərpa olunmurlar və mütləq yandırılmalıdırlar.

Tullantıların yandırılması elektrik istilik sobalarında daha əlverişlidir. Bu sobalarda təmizlənməli olan qazların həcmi maye və qaz tipli yanacaq ilə işləyən sobalara nisbətən xeyli azdır.

Sobalardan ayrılan qazların radioaktiv aerosollardan səmərəli təmizlənməsi həyata keçirilməlidir. Yanma məhsullarının tərkibində müxtəlif qarışıqların olması yandırılan tullantıların müxtəlif olmasını göstərir.

Yanma prosesində ayrılan qazları təmizləmək üçün adətən

yaş təmizləmə vasitələrindən istifadə olunur. Bu məqsədlə yuyucu Venturi borusu daha geniş şəkildə tətbiq edilir.

Temperaturu 1000 °C qədər olan qazları təmizlənmənin birinci pilləsinə – skrubberə daxil olur, burada soyudulur və çirkləndiricilərin çox hissəsi, o cümlədən smola, böyük ölçülü hissəciklər tutulur. Qaz 70-75°S temperaturda skrubberdən çıxır və yuyucu Venturi borusuna daxil olur. Təmizlənmiş qaz hündürlüyü hesablama yolu ilə təyin olunan bora vasitəsilə atmosfərə tullanır.

Prosesdə qapalı su təchizatından istifadə olunur və su süzüləndikdən sonra yenidən istifadə üçün forsunkalara verilir.

4.12. Ətraf mühitdə radioaktiv maddələrin yayılması təhlükəsi və ondan mühafizə yolları

Canlı orqanizmlər, xüsusilə insanlar ionlaşdırıcı şüalanmaya daha həssas olduğundan şüalanma dərəcələrini mikroren./san ilə ölçürlər. Ümumiyyətlə, insanın şüalanmaya dözümlü həddi 14-18 mikroren/saniyədir.

Dünyanın bir çox rayonlarında radioaktivliyin dözümlü həddini aşması halları tez-tez təkrar olunur. Bizim daima təmasda olduğumuz radioaktiv şüalanma mənbələri aşağıdakılardır: günəş şüaları, radioaktivləşmiş minerallar və tikinti materialları, radioaktivləşmiş sular, mədən suları, xüsusilə neft mədənlərindən çıxan sular, radioaktiv qarışıqları olan gübrələr və s.

Radioaktiv elementlər təbii və antropogen təsirlə miqrasiya etdiklərinə görə onlara biz təbiətin bir çox yerlərində rast gəlmək olur. Bəzi hallarda onlar tikinti materialları, evlərə çəkilən sular, hətta əşyalarla miqrasiya edildiklərinə görə insanlarla tez-tez təmasda olurlar. Həmin şüalanma dərəcələri az olduğuna görə onlar birdən-birə, bəzən də uzun dövr ərzində hissə edilmir. Radioaktiv çirklənmə aşağıdakı metodlarla öyrənilir: radiometriya, radiokimyəvi, spektrometriya, aforadiografiya. Havada və dünya okeanlarında radioaktiv çirklənmənin dərəcə-

si p_{küri}./m³, quruda və daxili sulara m_{küri}./km² ilə ölçülür.

Təbiətdə ağır elementlər müxtəlif ərazilərdə müxtəlif miqdarda yayılmışdır. Bu məqsədlə ərazinin təbii-təsərrüfat xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinin çox böyük əhəmiyyəti vardır. Ümumiyyətlə, müxtəlif komponentli təbii komplekslərdə, əhalinin daha çox yayıldığı, xüsusilə böyük şəhərlərin yerləşdiyi ərazilərdə radioaktiv çirklənmələr daha geniş yayılmış olur.

Aparılmış araşdırmalardan məlum olur ki, dünyanın şimal yarımkürəsi, əsasən mülayim qurşaq radioaktiv çirklənməyə daha çox məruz qalmışdır. Təbiidir ki, yerin, günəşin digər səma cisimlərinin planetar xüsusiyyətləri yerdə radioaktivliyin yayılmasına öz təsirini göstərir. Bütün bunlarla yanaşı biosferin xüsusiyyətləri radioaktivliyin balansına təsir göstərən başlıca amillərdəndir.

Qeyd etmək lazımdır ki, atmosfer havasının radioaktivləşməsi əsasən iki yolla baş verir. Təbii və süni. Təbii yolla yaranan radioaktivlik əsasən radon qazlarından ibarətdir: ⁸⁶Rn²²² – radon, ⁸⁶Tn²²⁰ – toron, ⁸⁶An²¹⁹ aktinon və s. Bunlar atmosfərə torpağın səthindən diffuziya yolu ilə qalxır. Radonun miqdarı okean üzərində iki dəfə azalı və vaxt getdikcə yox ola bilər. Qurunun üzərində isə atmosfərə hər kilometr qalxdıqca iki dəfə azalır. Onu da göstərmək lazımdır ki, radioaktivlik zəiflədikcə radonun izotopları aerosol hissəciklərə çevrilir. Müxtəlif tərkibdən və böyüklükdən asılı olaraq, havada, eləcə də, troposferdə qalır, bəzi hallarda isə yerə çökür.

Radiasiya ekologiyası ilə bağlı aparılan araşdırmalardan məlum olur ki, süni radioaktiv aerosollar nüvə partlayışları zamanı yaranır. Partlayış zamanı atmosferdə 100-dən çox radioaktiv izotoplar yaranır. Onlardan ən zəhərlisi 90 Zn – sink, Ba – barium – 14, N – azot – 131, Xe – ksenon – 1. Həmin izotoplar partlayış yerindən yüz kilometrə uzağa yayılırlar.

Ona da qeyd etmək lazımdır ki, daha güclü nüvə silahları partladılarkən aerosollar atmosferdə min kilometrə yayılaraq stratosfer qatına da qalxır. Yüksək hava qatlarında və eləcə

də troposferə qalxan aerosollar üfüqi zonallıqla qərbdən şərqə doğru hərəkət edirlər. Stratosferə qədər qalxan aerosollar isə demək olar ki, qlobal vəziyyət alaraq müxtəlif rayonlarda yer kürəsinin səthinə tökülürlər.

Təbiidir ki, hava axınları, xüsusilə yaşayış rayonlarının atmosferindəki aerosolların təmizlənməsində əvəzsiz rol oynayır. Nəticə etibarilə göstərmək lazımdır ki, yerin səthi və dünya okeanı maddələr mübadiləsinin xüsusiyyətindən asılı olaraq, aerosolların müxtəlif “ocamlara” yayılmasında iştirak edirlər. Ümumiyyətlə, atmosferdə radioaktiv aerosolların hərəkəti yerin günəş ətrafındakı hərəkətinin coğrafi nəticələri ilə əlaqədardır.

Qeyd etməliyik ki, təbii yolla yaranan radioaktivlik həmişə təhlükəli olmur. Antropogen fəaliyyət nəticəsində radioaktivliyin yaranması çox böyük bəlalər yaratmaqla yanaşı, bir çox halda qlobal və planetar mahiyyət kəsb edir. Məsələn, 1973-cü ildə quruda nüvə partlayışlarının keçirilməsi ilə əlaqədar olaraq radioaktiv çirklənmə 165 Qküri (qiqaküri), dünya okeanına radioaktiv tullantıların daxil edilməsinə görə çirklənmə 5 Mküri (Meqaküri) olmuşdur.

Dünya miqyasında bir neçə ölkə, ikitərəfli və beynəlxalq təşkilatlar səviyyəsində nüvə silahlarını yaymaq, onların istehsalını məhdudlaşdırmaq, nüvə silahı saxlamayan zonalar yaratmaq və s. barədə müqavilələr bağlamışlar. Lakin onu da qeyd etmək lazımdır ki, ümumdünya miqyasında radioaktiv çirklənmə üzrə yaradılan monitoring çox zəif fəaliyyət göstərir. İstər təbii, istərsə də süni yolla radioaktivliyin yayılması müəyyənləşdirildikdə belə onun nəticələrinin təcili aradan qaldırılması yolları təkmilləşdirilməmişdir.

Təəssüflə qeyd etmək lazımdır ki, bir çox ölkələrdə, eləcə də Azərbaycanda radioaktiv çirklənmələrin nəticələri gizli saxlanılır. Bəzən isə müəssisələr cərimə verməklə öz işlərini bitmiş hesab edirlər. Bütün hallarda çirklənmə və təbiətə vurulan ziyanlar cərimə ilə təsdiq olunur. Ziyankarlar isə dövlətin hesa-

bına cərimə verməklə məsuliyyətdən qurtarmış olurlar. Təbiətə vurulan ziyanlar isə bərpa edilmir.

Bir məsələni də nəzərdən qaçıрмаq olmaz ki, radioaktiv maddələrdən xalq təsərrüfatında, hərbi sənayesində, məişətdə geniş istifadə edildikdə insanların həyatı daha çox təhlükə qarşısında qalır. Bundan əlavə onu da göstərmək lazımdır ki, istehsal sahələrində mütərəqqi texnologiyaya düzgün riayət edilmədikdə təhlükəli hadisələr tez-tez baş verir və texnogen ekoloji qəzaların artması riski çoxalır.

Ümumiyyətlə, ölkə və regionlarda radioaktiv çirklənmələrdən mühafizə olunmaq üçün operativ müşahidələr aparmaq lazım gəlir. Həmin müşahidələr insanlarda, havada, suda, torpaqlarda, heyvanlarda eyni vaxtda aparılmalıdır.

Müşahidələrin aparılması daim təkmilləşdirilməlidir. Radioaktiv çirklənmələrin təkrarlanmasından asılı olmayaraq, bütün növ alətlər təkmilləşdirilməlidir. Ətraf mühitin mühafizəsi və ətraf mühitdən mühafizə olunmaq haqqındakı biliklərin ümumiləşdirilməməsi, onların dünya ölkələrinə yayılmaması vaxtaşırı ayrı-ayrı regionlarda ağır nəticələr verir.

Məlumdur ki, nüvə sahəsində qazanılan müvəffəqiyyətlər, xüsusilə onun xalq təsərrüfatına, səhiyyə sahəsinə, kosmik tədqiqatlarda tətbiqi ilə bağlı qazanılan müvəffəqiyyətlər hər hansı bir ölkənin nailiyyəti hesab olunur. Lakin nüvə partlayışları, nüvə enerjisi ilə yüklənmiş elektrik stansiyalarındakı qəzalar və müxtəlif nüvə sahəsində aparılan sınaqlardan yaranan dəhşətlər isə müxtəlif ölkələrin və bir çox xalqların bəlasına çevrilir.

Radioaktiv çirklənmə haqqında məlumatlar uzun dövr ərzində keçmiş ittifaqda gizlin saxlanılırdı. Ona görə də mühitdə radioaktivlik prosesi, onun nəticələri barədə əhali içərisində məlumatlar yox dərəcəsində idi.

Nüvə partlayışları, nüvə silahlarının tətbiqi ilə əlaqədar dağıdıcı, yandırıcı, zəhərləyici proseslər barədə mülki müdafiə ilə bağlı məlumatlar verilmişdir. Lakin ionlaşdırıcı şüalanmaların canlılara təsiri barədə məlumatlar son vaxtlara qədər çox az ol-

muşdur.

Ümumiyyətlə, şüalanmalar ən az dozalarda belə insan orqanizmlərində dəyişikliklər yarada bilər. Həmin dəyişikliklərin gedişi orqanizmlərin fərdi xüsusiyyətlərindən asılıdır. Şüalanma bir çox halda genetik təsirlər də yaradır.

Araşdırmalar göstərir ki, radiasiya şüalanmasına məruz qalmış valideynlərin övladlarında bir sıra qüsurlar müşahidə edilir (şəkil 4.9).

İonlaşdırıcı şüalar əsasən insan bədənində hiss olunmadan daxil olur. Lakin ionlaşmış dozalar tədricən bədəninə yığılaraq nəticədə şüalanma xəstəliyi yaradır. Xəstəliyin ilkin əlamətləri halsızlıq, dəri səthinin zədələnmələri, yuxusuzluq, ishallıq və s. olur.

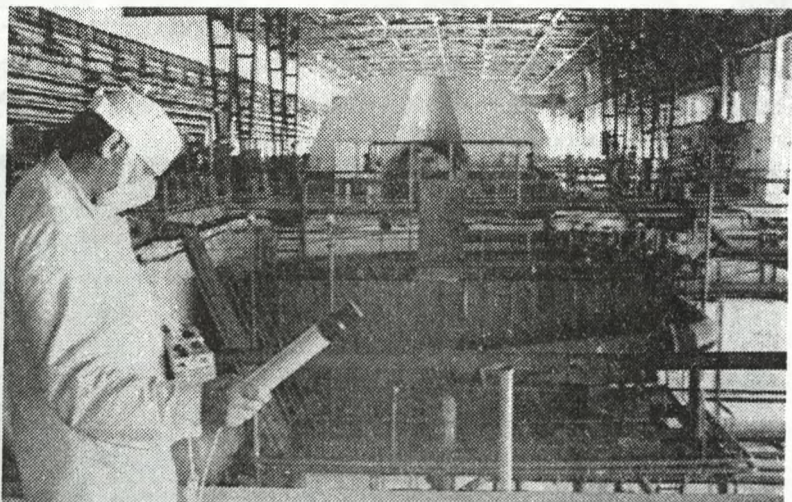
Az dozalarda alınan şüalanmadan xəstələr vaxtında müalicə edildikdə tamamilə sağala bilərlər. Nüvə və yaxud da şüalanma ilə işləyən müəssisələrdə insanlara güclü dozimetrik və radioaktiv xidmət olunmalıdır.



Şəkil 4.9. Radioaktiv şüalanmanın genetik fəsadları

Hər bir müəssisə dozimetrik cihazlarla təmin olunmalı və vaxtaşırı olaraq, radioaktiv şüalanma haqqında məlumatlar əldə edilməlidir. Bundan başqa hər bir məhəllə və ailələr də radioaktivliyi ölçən (dozimetrik) cihazlarla təmin olunmalıdır. (Şəkil 4.10)

Onu da qeyd edək ki, radioaktivliyi yox etmək üçün yeganə praktiki imkan – radioaktiv maddəyə öz-özünə parçalanma imkanı verilməsidir, yəni bu hadisə ilə mübarizə aparmaq mümkün deyil, onu ən yaxşı halda yalnız konstruksiya etmək mümkündür. Elə bir bioloji parçalanma üsulu və ya elə bir digər mexanizm yoxdur ki, bu çirklənmə növünü ətraf mühitdən kənarlaşdıra bilsin.



Şəkil 4.10. Dozimetrik cihazlarla radioaktivliyin ölçülməsi

FƏSİL V ENERJİ MÜƏSSİSƏLƏRİ ƏTRAF MÜHİTİN BAŞLICA RADIOAKTİV ÇİRLƏNMƏ MƏNBƏYİ KİMİ

5.1. İstilik energetikasının üzvi və nüvə yanacaqları, onların mühüm xüsusiyyətləri.

Məlumdur ki, istiliyin əsas mənbəyi yanacaqlardır. İstifadə olunan yanacaqdan asılı olaraq elektrik stansiyalarının ətraf mühitə təsiri müxtəlifdir (cədvəl 5.1)

Cədvəl 5.1.

İstifadə olunan yanacaqdan asılı olaraq elektrik
stansiyalarının ətraf mühitə təsiri

Yanacağın növü	Ətrafa atılan zərərli tullantılar	Ətraf mühitə təsir	İqtisadi ziyan (şerti vahid)
Daş kömür, mazut	Kükürd iki oksid, karbon qazı, benzopirin	Turşulu yağışlar, parnik effekti	5
Təbii qaz	Azot iki oksid, karbon qazı	Çirklənmə, yanmış məhsulların, istehsalın və yanacağın nəqlinin təsirindən ekosistemin eqradasıyası	1,5
Nüvə yanacağı	Radioaktiv maddələr	Təyin olunmuş normaya və təbii fona nisbətən radioaktivlik aşağıdır	1,0

Qeyd etmək lazımdır ki, istilik qurğularında iki növ yanacaqlardan istifadə edilir: üzvi və nüvə yanacaqlarından. Üzvi

yanacaqlar mürəkkəb üzvi birləşmələr olub bərk, maye və qaz halında olur. Üzvi yanacaqların yanan tərkibləri karbondan (C), hidrogendən (H), üzvi birləşmə şəklində olan kükürddən ($S_{üz}$), oksigendən (O_2) və azotdan (N) ibarətdir. Bundan yanacağın tərkibində mürəkkəb birləşmələr şəklində olur. Göstərilən elementlərdən başqa üzvi yanacaqların işçi tərkibində kül (A) və nəmlik (W) olur. Qazan qurğuları texnikasında istifadə olunan üzvi yanacaqlar işçi (İ), quru (Q) və küllü kütlələrə ayrılır və məlumat vasitələrində uyğun işarə ilə cədvəl 5.2 şəklində göstərilir. Cədvəl 5.2 üzvi yanacaqların bəzi mühüm xüsusiyyətləri haqqında qısaca məlumatlar verilmişdir.

Üzvi yanacaqların yanması zamanı yanan elementlər (C, H və S) ilə havanın oksigeni arasında ekzotermik oksidləşmə reaksiyaları baş verir və tam yanma prosesindən sonra CO_2 , SO_2 , SO_3 , qazları və su buxarı (H_2O) alınır.

Məlum olduğu kimi karbon və hidrogen yanacağın ən qiymətli tərkibi sayılır. Oksigen və azot isə yanacağın daxili ballastı sayılmaqla, yanan elementlərin faizini azaltmış olur. Bu da yanacağın dəyərini aşağı salır. Yanan kükürd bərk və maye yanacağın tərkibində üzvi və kolçedan birləşmələri şəklində olur. Yanacaqda kükürdün olması onun keyfiyyətini aşağı salır. Yanma prosesindən sonra əmələ gələn kükürd oksidi (SO_3) yanma məhsulunun tərkibində olan su buxarı ilə birləşərək H_2SO_4 buxarına çevrilir və kondensatlaşdıqda qaz yolunda olan metal səthləri korroziyaya uğradır. Yanma prosesində əmələ gələn SO_2 qazı isə çox zəhərli birləşmələrdən biri sayılır. SO_2 qazı bitkilərdə fotosintez prosesini pozaraq müəyyən vaxt keçdikdən sonra onları məhv edir.

Bərk yanacaqlar tərkiblərində olan kükürd, küllülüyə və üçüncü maddələrin çıxımına görə müxtəlif olur. 1956-cı ildə BMT-nin Avropa bölməsinin daş kömür üzrə komitəsinin iqtisadi komissiyası tərəfindən daş kömürlərin beynəlxalq təsnifatı haqqındakı təklifi bəyanılmış və bərk yanacaqların yanma istiliyi üçün müstəsna qiymətlər verilmişdir.

Cədvəl 5.2

Üzvi yanacaqların bəzi mühüm xüsusiyyətləri

Yanacaqlar	Yanacağın işçi kütlə üzrə tərkibi, %-lə						Yanma istiliyi	
	C ¹	H ¹	O ¹	N ¹	S ¹	Nəmlik W	Küllülük A	Q _d
Odun	49-51	6-7	43-45	0,9-0,13	-	20-40	0,3-1	(41-14,25) · 10 ³
Torf	50-60	6-7	30-35	2-3	0,4-0,6	10-55	5-10	(8-18) · 10 ³
Boz kömür	60-80	5-6	15-25	1,8-1,2	0,5-8	20-50	5-45	(8-24) · 10 ³
Daş kömür	75-90	3-6	3-15	1-2	1,5	5-10	5-30	(20,4-1-29,3) · 10 ³
Antrasit	90-95	2-4	2-4	1-2	0,5-2	5-10	10-20	(25,1-30,2) · 10 ³
Şist	55-80	6-10	7-35	0,2-4,5	1,2-11	10-20	40-80	(5,9-15,1) · 0,9
Mazut yanacaqları	83-88,5	10,5-13,5	0,3-0,5	-	0,2-3,5	1-4	0,1-0,5	(38,13-42) · 10 ³
Az kükürdüli mazut	87,8	10,7	0,8	-	0,7	3	0,3	(40,6-41) · 10 ³
Çox kükürdüli mazut	84	11,5	0,5	-	4	3,5	0,2	40,2 · 10 ³
Şistli mazut	82-84	9-10	7-9	-	0,6-2	0,3-3	0,2-0,3	(37,1-38,13) · 10 ³

Bərk yanacaqların beynəlxalq təsnifatına görə yanacaq sinfinə elə daş kömürlərini aid etmək olar ki, onların nəm və külsüz kütlələrinə görə yanma istiliyi 24 mC/kq-dan böyük olsun. Daş kömürlər aşağıdakı qruplara bölünür:

- 1) uçucu maddələrinə və yanma istiliyinə görə;
- 2) yapışma qabiliyyətinə görə;
- 3) koklaşma dərəcəsinə görə.

Qeyd etmək lazımdır ki, beynəlxalq təsnifata görə daş kömürlər yeddi qrupa bölünür və bu qruplardan bəziləri öz növbəsində yarımqruplara ayrılır.

İES-lərdə işlədilən bərk yanacaqların xassələri böyük həddə dəyişə bilər. Həm də bərk yanacaqlar üçün yanma istiliyi ən çox onların küllülük və nəmlik dərəcəsindən asılıdır. Bərk yanacaqlarda kükürd birləşmələri də olur. Ona görə də bərk

yanacaqların İES-də istifadə olunması müəyyən çətinliklərlə bağlıdır. Onların tullantı məhsulları sayılan quru kül, posa və “uçan” kül hissəcikləri ətraf mühiti çirkləndirir və biosferada zərərli maddələrin konsentrasiyasının artmasına səbəb olur. Bərk yanacaq ilə işlənən İES-də ətraf mühitin mühafizəsi məqsədilə xüsusi kül atma qurğularından, posa qəbuledici quyulardan və buxar qazlarında xüsusi kültutucu qurğulardan istifadə edilir. Bu səbəbdən də bərk yanacaq ilə işləyən buxar qazanlarının faydalı iş əmsalı qaz-mazut yanacaqlarla işləyən buxar qazlarının faydalı iş əmsalından 2-3% az olur. Buna baxmayaraq, bərk yanacaqların ehtiyatı nisbətən çox olduğu üçün gələcəkdə də bərk yanacaq ilə işləyən İSE-lərdən istifadə edilməsi nəzərdə tutulmuşdur.

İstilik energetikasında maye yanacaq kimi neftin emal qalığı olan mazutdan geniş istifadə edilir. Mazut, əsasən, neft emalı zavodlarında müxtəlif markalarda istehsal olunur. Energetika sənayesində M-40, M-100 və M-200 markalı mazutlardan istifadə edilir.

Yanma istiliyinə görə mazut yanacaqları bütün üzvi yanacaqlardan üstündür. Lakin qaz yanacaqları bir çox üstün cəhətlərinə görə onlardan əlverişlidir. Mazut yanacaqları tərkibində parafin, 3% və daha çox kükürd ola bilər. Bunlar da mazutun əsas keyfiyyət göstəricilərinə mənfi təsir göstərir. Belə yanacaqların yandırılması bəzi əlavə hazırlıq işlərinin görülməsini tələb edir. Məsələn, mazut boşaldılarkən əvvəlcə qızdırılmalıdır. Bundan başqa, özlülüyü azaltmaq və sabit saxlamaq üçün qəbul çənlərində dövrən xətləri və avadanlıqların qurulması lazım gəlir, xüsusi mazut axıdıcı qurğular və mazut saxlanan tutumlar tələb olunur və s. Belə yanacaqların yandırılması da bir sıra çətinliklərə bağlıdır. Məsələn, yanma prosesində yapışma xassəsinə malik olan bəzi əlavə məhsulların əmələ gəlməsi və qazanda qızma səthlərinə maneəsiz yapışa bilməsi, konvektiv qızma səthlərində kükürd korroziyanın sürətlənməsinə və istilik mübadiləsinin pisləşməsinə səbəb

olur.

Mazut yanacaqlarından istifadə edəndə su mənbələrinin və atmosferin çirklənməsi ehtimalı daha çox olur. Belə yanacaq ilə işləyən buxar qazlarının konvektiv qızma səthlərini yapışan kül hissəciklərindən təmizləmək üçün xüsusi quruluşa malik olan üfürücü qurğulardan və mexaniki üsulla təmizləmədən istifadə edilir. Həm də mazutla işləyən qazlarda tüstü qazlarının şəh nəqtəsinin temperaturu nisbətən yüksək olduğundan çıxan qazlarla itən istilik çox olur və bu qazları atmosferin yuxarı qatlarında yaymaq üçün hündür tüstü borularının qurulması tələb olunur. Nəticədə, İES-in ümumi xərcləri artır və iqtisadi göstəriciləri aşağı düşür. Ona görə də, mazut yanacağı ilə işləyən buxar qazlarının faydalı iş əmsalı qaz yanacağı ilə işləyən buxar qazlarının faydalı iş əmsalına nisbətən az olur.

Təbii qaz yanacaqları bütün göstəricilərinə görə başqa üzvi yanacaqlardan fərqlənir. Qaz yanacaqları yanarkən kükürd və kül alınmadığından onların İES-də bir yanacaq kimi işlənilməsi çox əlverişlidir.

Qaz yanacaqları ilə işləyən energetik qurğuları energetik qurğuların atmosfərə və ekologiyaya çirkləndirici təsiri az olur, həm də hava hövzəsinin mühafizəsi və insanların sağlamlığının qorunmasının təmin edilməsi məsələsi asanlaşır. Lakin son zamanlar təcrübə hesablamalar göstərir ki, qaz və maye yanacaqların ehtiyatı çox məhdudlaşmışdır. Bununla əlaqədar olaraq, keçmiş ittifaq respublikalarında elektrik və istilik enerjisinin gələcək istehsalında bərk və nüvə yanacaqlarından istifadə edilməsi nəzərdə tutulmuşdur. Həm də qaz qiymətli yanacaq olduğuna görə energetikada ondan istifadə etmək məqsədəuyğun deyildir.

Nüvə yanacağının reaktorlarda parçalanmasının zəncirvari reaksiyaları nəticəsində AES-də istilik enerjisi yaranır. Burada nüvənin parçalanması yavaş hərəkət edən neytronlarla nüvənin qarşılıqlı təsiri zamanı gedir. Belə xassəyə malik olan elementlərdən uran – 233 (^{233}U), uran – 235 (^{235}U) və plutonium – 239

(^{239}Pu) radioaktiv elementlərini göstərmək olar. Mütəxəssislərin fikrincə, üzvi yanacaqlara nisbətən nüvə-yanacaqlarının ehtiyatı daha çoxdur. Belə ki, 1 mVt enerji istehsalı üçün tələb olunan nüvə yanacağının miqdarı həmin enerji istehsalına sərf olunan üzvi yanacağın miqdarından 20-22 mln. dəfə az ola bilər. Bu səbəbdən də nüvə yanacaqlarının ehtiyat miqdarı təxminə sayılır. Həqiqətdə isə Yer kürəsində ancaq U^{235} mövcuddur və onun təbii uran izotopları qatışıyndakı ümumi miqdarı 0,714 % təşkil edir. Buradan məlum olur ki, nüvə yanacaqlarının istifadə edilməsi üçün hazır vəziyyətə gətirilməsi çox mürəkkəb və çətin texnoloji qurğuların tətbiqi ilə əldə edilir.

Ağır nüvələrin bölünməsi zamanı böyük kinetik enerjiyə malik olan iki, üç və çox yeni nüvə qəlpələri əmələ gəlir. Nüvənin bölünməsi prosesində neytronlar seli və γ şüalar da ayrılır.

Neytronlar elektrik yükü olmayan və kütləsi $1674,82 \cdot 10^{-30}$ kq olan element hissəcikləridir. Qamma şüalanma isə nüvə bölünməsi zamanı əmələ gələn elektromaqnit şüalanmasına deyilir. Nüvə parçalanan zaman γ şüalanma, α və β hissəciklərlə bərabər neytron seli də əmələ gəlir. Hər bir nüvənin bölünməsi zamanı 2-3 neytron ayrılır və hər bir neytronun enerjisi 2 MeV olur. AES-də nüvə yanacağının yaradılması nüvə reaktorlarında aparılır.

Nüvə reaktorları bir neçə növlərə bölünür, yəni onlar istifadə edilmə məqsədilə, neytronların enerji səviyyəsinə, quruluşlarına, neytron hərəkətinin sürətinin yavaşdırıcılarına və s. görə müxtəlif növlərdə olur. AES-də tətbiq edilən reaktorların növündən asılı olmayaraq hava hövzələrinin və su mənbələrinin reaktiv çirklənməsi həmişə ola bilər.

Radioaktiv çirklənmə toz, qaz, maye və bərk halında olan radioaktiv tullantıların ətraf mühitə düşməsi nəticəsində baş verir. Ona görə də, müasir AES-də təhlükəsiz iş rejiminin təmin etmək üçün və ətraf mühitin radioaktiv çirklənmədən mühafizəsi üçün hərəkətli tədbirlər görülür.

5.2. Üzvi yanacaqlarda və tüstü qazlarında olan zəhərləyici maddələrin təsnifatı

Enerji müəssisələrində istifadə edilən üzvi yanacaqlarda və tüstü qazlarında olan zəhərləyici maddələrin təsnifatı. Üzvi yanacaqların işçi kütləsi karbondan (C^i) (i – işçi tərkibi ifadə edir.), hidrogendən (H^i), oksigendən (O^i), azotdan (N^i), kükürddən (S^i), nəmlikdən (W^i) və küllülükdən (A^i) ibarətdir.

Yanacağın tam yanması prosesindən sonra tüstü qazlarının tərkibi CO_2 , H_2O , SO_2 , SO_3 , N_2 qazları və kül məhsullarından ibarət olur. Bu qazlardan ən zəhərlisi SO_2 və SO_3 qazları, bir də qazlarda aparılan kül hissəcikləri sayılır. Bundan başqa ocaqda məşəlin nüvəsində temperaturun çox yüksək olması, molekul halında olan azotun və oksigenin parçala-naraq atom halına keçməsi və NO qazının yaranmasına səbəb olur. Azot iki oksidin (NO_2) əmələ gəlməsi isə, adətən, tüstü qazlarının atmosferə atıldığı zaman baş verir. Demək tüstü qazlarının qaz yolundakı hərəkət sürəti nisbətən böyük olduğundan NO qazının oksidləşməsi və NO_2 qazına çevrilməsi prosesi gedə bilmir.

Tüstü qazları atmosferə yayılan zaman NO qazının oksidləşməsi nəticəsində çox zəhərli NO_2 qazı əmələ gəlir.

Üzvi yanacaqlar natamam yanan zaman çoxlu miqdarda dən qazı (CO), metan (CH_4) və etilen (C_2H_4) qazları da əmələ gəlir. Natamam yanma məhsulları daha zəhərləyici təsirə malik olur. Onlar insan orqanizminə düşdükdə qana daha tez sorulur və zəhərləyici təsir göstərir. Lakin müasir İES-in texniki səviyyəsi natamam yanma prosesinin tam aradan qaldırılmasına və ya minimuma endirilməsinə imkan verir.

Təcrübə göstərir ki, atmosferin zəhərli qazlarla çirklənməsi ən çox İES-lər və daxili yanma mühərrikləri nəqliyyat vasitələri tərəfin baş verir. Bu nəqliyyat vasitələrində yanacağın yanması prosesi zamanı yaranan qazlarda natamam yanma məhsulları daha çox olur. Ona görə də, mərkəzi şəhərlərdə və əhalisi sıx olan rayonlarda atmosferin tüstü qazlarından qorunması həll

olunmamış bir problem kimi qalır.

Yanma prosesindən sonra ətraf mühitə düşən zəhərləyici birləşmələrin bir hissəsi işçi yanacağın tərkibində olur. Qalan hissəsi isə yanma prosesi zamanı qarşılıqlı kütləvi təsir nəticəsində əmələ gəlir. Uran kül hissəcikləri və tüstü qazları ilə aparılan zəhərləyici maddələr işçi yanacağın növündən asılı olaraq dəyişə bilər. Bərk yanacaqların əksəriyyəti germanium, civa vanadium, arsen və flüor birləşmələri ilə zəncir olur. Yanma prosesindən sonra bu birləşmələr metal oksidi şəklində külün və tüstü qazlarının tərkibində ətraf mühitə yayılır. Mazut yanacağı yandırılan natrium və vanadium birləşmələri əmələ gələrək uran kül hissəcikləri və tüstü qazları ilə birlikdə ətraf mühitə, yaxud da konvektiv qızdırıcı səthlər yuyulanda su hövzələrinə yayıla bilər.

5.3. Yanma məhsullarında olan zəhərləyici toksiki maddələrin təyin edilməsi

Buxar qazlarının qaz yolunu, burada qoyulan kül tutucularını, tüstü soran və tüstü borularını hesablamaq üçün yanacağın işçi tərkibi, tüstü qazlarının həcmi, uçan kül hissəcikləri (tüstü qazları ilə aparılan), SO₂ qazlarının konsentrasiyası və s. məlum olmalıdır. Bunları təyin etmək üçün bir sıra nəzəri və empirik hesablama ifadələrindən istifadə edilir. Göstərilən kəmiyyətləri daha tez təyin etmək və yanacağın kəmiyyətini əvvəlcədən bilmək üçün yanacağın gətirilmiş xarakteristikası deyilən anlayışdan istifadə etmək daha mü-nasibdir.

Yanacağın gətirilmiş xarakteristikasına görə hesablama ilə hesablamağa deyilir ki, burada hesablanan kəmiyyətlərin qiyməti 1 kq yanacağın sərfinə görə yox, 1 mC istiliyə görə təyin edilmiş olsun. Buna əsasən yazıla bilər:

$$S^g = \frac{S'}{Q_a'}; A^g = \frac{A'}{Q_a'}; C^g = \frac{C'}{Q_a'}$$

Burada S^g, A^g, C^g – uyğun olaraq 1 mC istiliyə gətirilmiş

kükürdlülük, karbonluluq, və küllülükdür, karbonun və külün faizlə miqdarı, Q – yanacağın yanma istiliyidir, mC/kq.

Yanacağın gətirilmiş xarakteristikasına görə hesablama üsulu yanacağın xassəsini daha tez öyrənməyə və onun keyfiyyətini düzgün təyin etməyə imkan verir. Bu da buxar qazının məhsuldarlığının yanacağın sərfinə görə yox, onun gətirildiyi (mövcud olduğu) istiliyə görə müəyyən edilməsinə imkan verir. Bu üsulla hesablama zamanı məlum məhsuldarlıqda hansı yanacağın ocağa daha çox kükürd və kül gətirilməsini qabaqcadan bilmək olmur.

Buxar qazının istilik külünü aşağıdakı düsturla tapmaq olar:

$$Q_{b.q.} = q_{b.q.} \cdot D_b \text{ mC/san (5.1)}$$

Burada q_b – 1 kq buxar istehsalı üçün xüsusi istilik sərfi, kC/kq, D_b – buxar qazının faydalı iş əmsalıdır.

Buxar qazlarında yanma prosesinə verilən yanacağın gətirilmiş istilikdən istifadə olunan hissəsi aşağıdakı düsturla ifadə olunur:

$$Q = \frac{Q_{b.q.}}{\eta_{b.q.}} \text{ mC/san (5.2)}$$

Burada η_{b.q.} – buxar qazının faydalı iş əmsalıdır.

Yanacağın gətirilmiş xarakteristikası üzrə qaz yolunun hər hansı hissəsindəki normal qaz həcmnin 1 mC istiliyə gətirilmiş miqdarı aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$v_q^g = \left[V_q^g + (\alpha - 1) V_h^g \right] \frac{100 - q_4}{100} \text{ (5.3)}$$

Burada v_q^g V_q^g – normal şəraitdə α=1 qiymətində tüstü qazlarının və havanın yanacağın 1 mC istiliyinə gətirilmiş xarakteristikası üzrə həcmi, m³/mC; α – havanın artıqlıq əmsalı; q₄ – mexaniki natamam yanma istiliyidir, %

Qaz yolunda temperatur hər hansı qiymətinə uyğun olan qazların həcmi aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$v_q = v_q^g \cdot \frac{T_2}{273}, m^3 / mC \text{ (5.4)}$$

Burada T_2 – qaz yolunun baxılan nöqtəsindəki tüstü qazlarının temperaturudur.

Normal şəraitdə qaz yolunda tüstü qazlarının həcmi sərfi aşağıdakı kimi istifadə edilir:

$$V_2 = V_q^g \cdot Q, m^3 / san \quad (5.5)$$

Beləliklə, qaz yolunun hər hansı bir nöqtəsində tüstü qazlarının həcmi sərfi verilməzsə onların miqdarını yanacağın gətirilmiş xarakteristikasına görə təyin etmək olar.

Ocaqda yanma prosesindən sonra əmələ gələn kül hissəciklərinin müəyyən hissəsi tüstü qazları ilə aparılır. Belə kül hissəcikləri uçan kül hissəcikləri adlanır. Adətən uçan kül hissəcikləri özləri ilə, zəhərləyici xassəyə malik olan bəzi maddələri də aparır. Bunlar atmosfərə düşdükdə təmiz havanın çirklənməsinə səbəb olur. Bunun qarşısını almaq üçün kül tutucu qurğulardan istifadə olunur, yəni tüstü qazları əvvəlcə qaz yolunda qoyulan kül tutucu qurğudan keçir və sonra tüstü borusu vasitəsilə atmosfərə atılır.

Tüstü qazlarının kül tutucu qurğuya gətirdiyi və atmosfərə apardığı külün miqdarına da yanacağın gətirilmiş xarakteristikasına görə hesablamaq olar. Vahid zamanda kül tutucu qurğuya daxil olan tüstü qazlarının gətirdiyi külün miqdarı aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$M_k = 10(A^g + 0,039a) a_{a.p.} \cdot Q, q / san, \quad (5.6)$$

Burada $a_{a.p.}$ – külün tüstü qazları ilə ocaqdan aparılan hissəsidir, ocağın növündən asılı olaraq aşağıdakı 5.3 sayılı cədvəldə göstərilən qiymətlərdə qəbul edilir:

Cədvəl 5.3.

Posanı bərk halda xaric edən kameralı ocaqlar üçün	0,95
Posanı maye halda xaric edən açıq tipli ocaqlar üçün	0,7-0,89
İkikameralı ocaqlar üçün	0,5-0,6
Üfüqi tsiklonlu ocaqlar üçün	1,0-0,15

Ən çox küllülüüyü olan yanacaqlara yanıcı şistləri, boz köpmür yanacaqlarını və bəzi növ daş kömürləri, aid etmək olar. Mazut yanacaqları isə az küllülüyə malik olan yanacaq sırasına daxildir. Təbii qaz yanacaqları külsüz yanacaqlardır.

Müasir kül tutucu qurğuların tətbiqi nəticəsində tüstü qazları ilə atmosfərə aparılan külün miqdarını minimuma endirmək mümkündür. Belə halda kül tutucu qurğudan sonra tüstü qazlarında qalan külün miqdarı yanacağın gətirilmiş xarakteristikası üzrə aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$M_k^1 = M_k (1 - \eta) = 10(A^k + 0,03q_a) a_{a.n.} \cdot Q(1 - \xi), q / san \quad (5.7)$$

Burada ξ – kül tutucu qurğunun kül tutma dərəcəsidir.

Tüstü qazları ilə atmosfərə atılan SO_2 -nin miqdarını aşağıdakı empirik düsturla təyin etmək olar:

$$A_{SO_2} = 20S_g \cdot Q, q / san \quad (5.8)$$

Ancak (5.8) düsturu maye yanacaqlarla işləyən buxar qazlarından hesablama zamanı istifadə edilə bilər. Bərk yanacaqlarla işləyən buxar qazları üçün kükürd birləşmələrinin bir hissəsi kültutucudan çökən külün tərkibində olduğu üçün (5.8) tənliyi düzgün nəticə vermir. Bu tənlikdən bərk yanacaq ilə işləyən qazanalarda istifadə etmək üçün bərabərliyin sağ tərəfini azaldıcı əmsala vurmaq lazımdır. Azaldıcı əmsal, qaz yolunda və kül tutucuda tutulub qalan kükürd birləşmələrini nəzərə almış olur.

Tüstü qazları ilə aparılan zəhərləyici maddələri onların konstruksiyalarına görə də hesablamaq olar.

Məsələn, kül tutucu qurğudan qabaq tüstü qazlarının tərkibində olan külün konsentrasiyasını yanacağın gətirilmiş xarakteristikasına görə aşağıdakı kimi istifadə etmək olar:

$$C_k = \frac{M_k}{V_q} = \frac{10(A^k + 0,03q_a)}{v_q^g} \cdot a_{a.n.} \cdot q / m^3 \quad (5.9)$$

Kül tutucu qurğudan sonra isə tüstü qazları ilə aparılan külün konsentrasiyası belə olar:

$$C_k = \frac{M_k^1}{V_q^1} = \frac{10(A^k + 0,03q_4)(1-\eta)}{V_q^g} \cdot a_{an}, q/m^3 \quad (5.10)$$

Eynilə bu düsturu kükürd oksidləri üçün də yazmaq olar:

$$C_{SQ} = \frac{M_{SQ}}{V_q^1} = \frac{2OS}{V_q^g}; q/m^3 \quad (5.11)$$

Yanacağın gətirilmiş xarakteristikasının digər üstünlüyü (5.3) tənliyini bütün yanacaqlar üçün qəbul etməyin mümkünlüyüdür. Çünki yanacaq dəyişdikdə bu tənliyə daxil olan bütün kəmiyyətlər çox kiçik həddə dəyişir. Tüstü qazları ilə aparılan NO_2 qazının miqdarı da hesablanmalıdır. Əks halda, atmosfer hövzəsinin zəhərləyici maddələrlə çirklənməsi həqiqətdə qeyri-düzgün qiymətləndirilmiş olur. Tüstü qazları ilə atmosfərə atılan NO_2 qazının miqdarını aşağıdakı empirik düsturdan hesablamaq olar:

$$M_{NO_2} = B(v_q + 0,05v_q)C_{NO_2}, q/san \quad (5.12)$$

Burada B – yanacağın maksimal sərfi, kq/san, C_{NO_2} – NO_2 qazı.

Güclü konsentrasiyalı İES üçün yanacağın gətirilmiş miqdarına görə tüstü qazları ilə aparılan NO_2 qazının miqdarı aşağıdakı empirik düsturla təyin edilir:

$$M_{NO_2} = 0,68 \cdot W \cdot C_{NO_2}, q/san \quad (5.13)$$

Burada W – konsentrasiyalı empirik stansiyasının gücüdür, MVT.

5.4. Tüstü qazları ilə aparılan yanacağa görə çirkləndirici maddələrin təyini

Tədqiqatlar nəticəsində öyrənilmişdir ki, praktiki olaraq yanacaq kütləsinin hamısı yanma prosesində iştirak edə bilmir. Daha doğrusu yanacaq kütləsinin az bir hissəsi hissəciklər şəklində həm tüstü qazları ilə, həm də ocaqdan xaric edilən külün tərkibində gedə bilir. Belə hal adətən bərk yanacaq iş-

ləyən buxar qazanlarında çox olur. Yanma prosesindən sonra aparılan yanacaq hissəcikləri də nəzərə alınarsa, onda ətraf mühitə atılan zəhərləyici maddələrin hesabı üçün 1 kq yanacaq sərfinə görə aparılması düzgün sayılır.

Yanacağın vahid sərfinə görə tüstü qazları ilə aparılan külün miqdarı aşağıdakı kimi istifadə edilir:

$$g = a \cdot \frac{A'}{100} \left(1 + \frac{Q}{100 - Q}\right) \cdot q/kq \quad (5.14)$$

Burada Q – kül ilə aparılan yanacaq hissəsidir.

Bəzən ola bilər ki, posa şəklində xaric edilən külün tərkibindəki yanacaq hissəsinə bərabər olsun. Onda kameralı ocaqlar üçün mexaniki natamam yanma hesabına itən istilik hissəsi üçün aşağıdakı tənliyi yazmaq olar.

$$\frac{q_4}{100} = \frac{Q}{100 - q} \cdot \frac{3,27}{Q'_a} \cdot \frac{A'}{100} \quad (5.15)$$

Burada 3,27 – kül ilə aparılan yanacağın orta yanma istiliyidir, kC/kq.

Əgər (5.14) tənliyini $\frac{Q}{100 - q}$ nisbətində görə həll edib (5.15)

düsturunda yerinə yazsaq, onda aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$g = a \cdot \frac{A' + q_4 \cdot \frac{Q'_a}{32,7}}{100} \quad (5.16)$$

Kültutucu qurğunun girişində tüstü qazlarının tərkibində olan külün miqdarını aşağıdakı kimi yazı bilərik

$$M_k = 10^3 \cdot Bg = 10^3 \cdot Ba \cdot \frac{A' + q_4 \cdot \frac{Q'_a}{32,7}}{100}, q/san \quad (5.17)$$

Kül tutucu qurğudan sonra tüstü qazları ilə atmosfərə atıla külün miqdarı isə

$$A'_u = M_k(1 - \xi) = 10^3 \cdot Ba \cdot \frac{A' + q_4 \cdot \frac{Q'_a}{32,7}}{100} (1 - \xi), q/san \quad (5.18)$$

Adətən, yanma prosesi zamanı yanacaqda olan kükürdün 95-99%-i SO_2 -yə və 1-5%-i isə SO_3 -ə çevrilir. Bununla əlaqədar olaraq, atmosfərə atılan qazın hesabı əsasən SO_2 -yə görə aparılır. Bunun üçün aşağıdakı hesablama düsturundan istifadə edilir:

$$M_{\text{SO}_2} = 2 \cdot 10^3 \frac{S'}{100} B(1 - \xi'_{\text{SO}_2})(1 - \xi'_{\text{SO}_3}) \text{ q/san} \quad (5.19)$$

Burada ξ'_{SO_2} – uran kül hissəciklərindəki kükürd oksidinin qaz yolunda çökək hissəsini nəzərə alan əmsal; ξ'_{SO_3} – kültutucu qurğuda tutulan kül hissəciklərindəki kükürd oksidi hissəsini nəzərə alan əmsal; 2 – SO_2 -in molekul kütləsinin kükürdün atom kütləsinə olan nisbətidir.

Qaz yolunda çökən külün tərkibindəki kükürd oksidi hissəsini nəzərə alan ξ'_{SO_2} əmsalı müxtəlif yanacaqlar üçün 5.4 sayılı cədvəldə göstərilən qiymətlərdə olur. Quru kültutucu qurğularda (tsiklonlularda, elektrik süzgəclərində) kükürd oksidi praktiki olaraq tutulmadığından, bu süzgəclər üçün $\xi'_{\text{SO}_2} = 0$ qəbul edilir. Su ilə işləyən mən kültutucu qurğular üçün $\xi'_{\text{SO}_2} = 0,015$, qələvi su ilə işləyən nəm kül tutucuları üçün isə $\xi'_{\text{SO}_2} = 0,02-0,03$ qəbul edilir.

Məlumdur ki, azot oksidinin əmələ gəlməsi ocaqdakı yanma prosesindən sonra baş verir. Lakin atmosfərə atılan NO qazının hesablanması NO_2 birləşməsinə görə aparılır.

Cədvəl 5.4.

1	Yanar şistli yanacaqlar üçün	0,5
2	Torf yanacağı üçün	0,15
3	Ekibastuz daş kömürü üçün	0,02
4	Başqa bərk yanacaqlar üçün	0,10
5	Mazut yanacağı üçün	0,02

Çünki bir tərəfdən NO qazı atmosfərə düşən kimi oksidləşərək tamamilə NO_2 qazına çevrilir, digər tərəfdən isə NO_2 qazlı azot qazları arasında ən çox zəhərləyici xassəyə malik olan qazdır. NO_2 qazının atmosfer atılan hər saniyədəki miqdarı aşağıdakı empirik düsturla təyin edilir:

$$M_{\text{NO}_2} = 0,034 \beta_k B Q_a' (1 - \frac{q_A}{100})(1 - \beta_2 r) \cdot \beta_3, \text{ q/san} \quad (5.20)$$

Burada β_1 – yanacağın keyfiyyətinin və kül pasasının xaric edilməsi üsulunun təsiri nəticəsində NO_2 qazının əmələ gəlməsinin azalmasını nəzərə alan ölçüsüz düzəliş əmsalı, ədədi qiyməti cədvəl 1-dən seçilir; β_2 – tüstü qazlarının ocağa yanma prosesinə verilmə üsulunun effektiv təsiri NO_2 qazının azalmasını nəzərə alan əmsal, ədədi qiyməti cədvəl 2-dən seçilir; β_3 – olduğun konstruksiyayı nəzərə alan əmsal, burulğanlı olduqları üçün $\beta_3 = 1$, düzaxımlı olduqları üçün isə $\beta_3 = 0,85$ qəbul edilir. $k-1$ kq yanacaq yandırıldıqda əmələ gələn NO_2 qazının qramla miqdarını xarakterizə edən əmsaldır, q/kq. Məhsuldarlığı 19,45 kq/san-dən çox olan qaz və mazut yanacaqları ilə işləyən bütün buxar qazları üçün və məhsuldarlığı nominal qiymətinin 70 %-ni təşkil edən və ocaq nüvəsində temperaturun faktiki qiyməti $t_d \geq 1500^\circ\text{C}$ olan bərk yanacaqlarla işləyən buxar qazları üçün k – əmsalı aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$k = \frac{12 D_f}{200 + D_n}, \text{ q/kq} \quad (5.21)$$

Burada D_n , D_f – buxar qazanının nominal və faktiki məhsuldarlığıdır, kq/san. Məhsuldarlığı 19,45 kq/san-dən az olan buxar qazları üçün:

$$k = \frac{3,5 D_f}{70} \quad (5.22)$$

β_1 əmsalının qiyməti 5.5 sayılı cədvəldə göstərilmişdir. $0 < r < 2,5\%$ qiymətində tüstü qazının müəyyən hissəsinin ocağa qaytarılması zamanı β_2 əmsalının qiyməti 5.6 sayılı cədvəldə

verilmişdir.

Su qızdırıcı qazlar üçün $\beta_1=1$ qəbul edilir, onda k , əmsalı aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$k = \frac{2,5Q_f}{20 + Q_n} \quad (5.23)$$

Burada Q_n , Q_f – su qızdırıcı qazanın kominal və faktiki istilik gücüdür, kC/san .

Cədvəl 5.5

β_1 əmsalının qiyməti

Yanacaqlar	Azotun miqdarı	β_1	
Təbii qaz	0,3-0,6	0,85	
Mazut	0,3-0,6	0,8	
Bərk yanacaqlar	–	0,7	
		Kül bərk pasa şəklində xaric edilən zaman	Kül maye pasa şəklində xaric edilən zaman
Kömür: B2, B1, CC. Donbasın AŞ, Başqırdistanın B1, Babayevsk, Qanek-açinsk, isti şistli	1,0	0,55	0,8
Kömürlər: vesolovsk, boqoslovsk, suçansk, aşağı və yuxarı arkaqalinsk,	1-1,4	0,7	1,0

Donbasın T, PAŞ Qaraqandanın QrP, Moskvaaltı B2			
Kömürlər Donbasın D,Q, QSS, PrPr, Ekibastuzun SS, Bikin B2, Kuznetskinin QROK, Cənubi-Saxalin	1,4-2,0	1,0	1,4
Kömürlər Kuznetski D. Q. 2SS. ISS Peçorin, Frezerli torf	2,0	1,4	2,0

Qeyd. Burada B, T, D, PAŞ, Q, QCŞ SS və s. yanacaq markasının rusca yazılan sözlərinin ilk hərfləridir.

Cədvəl 5.6

$0 < r < 2,5\%$ qiymətində tüstü qazının müəyyən hissəsinin ocağa qaytarılması zamanı β_2 əmsalının qiyməti

Nö	Qaytarılan tüstü qazının ocağa verilmə üsulu	β_2
1.	Qaz-mazut yanacağı ilə işləyən zaman	0,00 2
	- odluqlar ekranda şaquli yerləşəndə ocaq altından daxil edildikdə	0,01 5
	- odluqları şlisdən daxil edildikdə	0,02 0

	- odluqların xarici kanalı ilə daxil edildikdə	0,02 5
	- hava üfürülən kanal ilə daxil edildikdə	0,03 0
	- iki hava selinin kəsişmə xəttinə daxil edildikdə	
2.	Bərk yanacaqda işləyən zaman	0,01 0
	- ilk hava yanacaq qarışığına verildikdə	
	- sonrakı hava selinə verildikdə	0,00 5

Bərk yanacaqda işləyən qazanın gücü kominal gücünün 75%-dən az olarsa, onda (5.22) və (5.23) tənliklərində D_f və Q_f yerinə $0,75D$ və $0,75Q$ qiymətlərini yazmaq lazımdır.

Bərk yanacaq yandırılan zaman yanma mərkəzinin faktiki temperaturu $t \leq 1500^\circ\text{C}$ olarsa, D_f və Q_f kəmiyyətlərinin əvəzində D_n və Q_n -nin uyğun qiymətlərindən istifadə olunur. NO_2 qazını (5.20) düsturu ilə hesablayan zaman götürülən yanacaq cədvəl 5.5-də verilməyibsə, onda β_1 əmsalının qiymətini yanacaqda olan azotun miqdarına və yanacağa görə seçmək lazımdır.

Məlumdur ki, bəzən buxar qazanlarında eyni vaxtda iki növ yanacaq yandırıla bilər. Belə halda β_1 əmsalının qiyməti biri digərinin 10%-dən çoxunu təşkil edən yanacağa görə götürülməlidir. Qalan hallar üçün isə β_1 əmsalının qiyməti aşağıdakı düsturla təyin edilməlidir:

$$\beta_1 = \frac{\beta_1^I \cdot B_1^{II} \cdot B^{II}}{B^I + B^{II}} \quad (5.24)$$

Burada β_1^I , β_1^{II} - birinci və ikinci yanacağa görə β_1 əmsalını göstərir, cədvəl 1-dən seçilir; B^I B^{II} - birinci və ikinci yanacağın sərfidir, kq/san. Yanacağın natamam yanma prosesində əlavə olaraq bəzi kontserogen maddələrin əmələ gəlməsi və atmosfərə keçməsi məsələsi və əsas bir problem ki-mi

öyrənilməlidir və ciddi tədbirlər görülməlidir.

Analiz göstərir ki, kontserogen maddələr bütün yanacağların natamam yanma prosesində yaranan bilən və onların əsas tərkibi aromatik karbohidrogenlərdən ibarət olur. Aromatik karbohidrogenlərin aktiv qrupu benzoprenlərdir. Bunların yaranması tam yanmaya lazım olan hava miqdarının çatışmaması zamanı $700-800^\circ\text{C}$ -də baş verir. Yanma prosesinin düzgün təşkil olunmaması və ocağın konstruksiyasının düzgün seçilməsi nəticəsində mazutla işləyən qazanlarda kontserogen maddələrin miqdarı 50 dəfə, qaz yanacaqları ilə işləyən qazanlarda isə 10 dəfə artmış olur. Ona görə də, göstərilən maddələrin atmosfer hövzəsinə düşməməsi üçün ilk növbədə yanacağın tam yanma prosesini təşkil etmək lazımdır.

FƏSİL IV İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYALARINDAN ƏTRAF ATILAN KÜLÜN TUTULMASI NİN NƏZƏRİ ƏSASLARI

6.1. Uran kül hissəciklərinin xarakteristikası

İES-lərin istismarı zamanı ətrafa çoxlu miqdarda çirkləndirici tüstü qazları yayılır. Belə tüstü qazları ilə aparılan uçan kül hissəciklərinin atmosfərə keçməsinin qarşısını almaq üçün kültutucu qurğulardan istifadə edilir. Kültutucu qurğuların effektiv işi isə tüstü qazları ilə aparılan külün fiziki və kimyəvi xassələrindən asılıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, İES-lərdən ətrafa atılan külü xarakterizə edən əsas göstəricilər onun sıxlığı, dispers tərkibi, elektrik müqaviməti və yapışma xassəsidir.

Uçan kül hissəciklərinin sıxlığı kömür yanacağı üçün 2300 km/m³, başqa yanacaqlar üçün 1900-2500 kq/m³ olur.

Kültutucu aparatların faydalı işi kül hissəciklərinin ölçüsündən və bu hissəciklərin ölçülərinə görə paylanmasından da asılıdır. Hissəciklərin ölçülərini öyrənmək üçün közlərin diametri 44 mkm olan ələklərdən istifadə edilir. Kiçik ölçülü kül hissəciklərini öyrənmək üçün isə mikroskopik və ya hava-seperasiyası üsulundan istifadə edilir.

Əgər külü ələkdən keçirən zaman onda qalan kül hissəsini R(%) ilə və ondan keçən kül hissəsini Y(%) ilə işarə etsək, onda bu iki kəmiyyət arasındakı asılılığı aşağıdakı kimi yazı bilərik:

$$Y = 100 - R$$

Bəzən kültutucu qurğuların hesabatına uçan kül hissəciklərinin fraksiyalara görə paylanmasının faizlə miqdarını bilmək tələb olunur. Fraksiyalara görə plan paylanma isə normal loqarifmik qanuna tabedir.

Kül ələkdən keçirilən zaman, ələkdə qalan hissəsini diferensial əyri ilə xarakterizə edilir. Bununla belə, kültutma dərəcəsinin hesablanma əməliyyatında hər bir hissəcik fraksiyasının tutulması üçün ayrıca hesablamanın aparılması lazım gəlir. Bunun üçün kül hissəciklərinin fraksiyalara bölünməsinin xarakterizə edən pilləli əyridən istifadə edirlər. Külü ələkdən keçirən zaman ələkdə qalan hissəciklərin ölçülərini qəbul etməklə bu və ya digər fraksiyaların faizlə miqdarını bilmək olar.

6.2. Bəzi yanacaqların tüstü qazları ilə aparılan kül hissəciklərinin fraksiya tərkibi

6.1 sayılı cədvəldə də bir neçə növ yanacaqlar üçün aparılan kül hissəciklərinin fraksiya tərkibi verilmişdir.

Aparılan təcrübələr göstərir ki, yanacaq hissəciklərinin ölçülərindən asılı olaraq uyğun kül hissəcikləri əmələ gəlir. Akademik A.H.Kolmoqorovun bu sahədə apardığı tədqiqatın nəticələri tədqiqatçı göstərmişdir ki, üyüdülmə bərk yanacaqların toz hissəciklərinin fraksiyalar üzrə paylanması normal loqarifmik qanuna tabe olduğu kimi, onların aparılan kül hissəciklərinin fraksiya tərkibinə görə paylanması da həmin qanuna tabedir.

Ona görə ələkdən keçən kül hissəcikləri üçün yazı bilərik:

$$y = 100 - k = \frac{100}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{t^2}{2}} dt \quad (6.1)$$

Burada t – kül hissəciklərinin ölçülərindən asılıdır və aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$t = \frac{\ln \delta - \ln \delta_{SO}}{\ln \delta}$$

$$\text{Burada } \tau = \frac{\delta_{1,56}}{\delta_{SO}} \text{ və ya } \delta = \frac{\delta_{SO}}{\delta_{84}}$$

Burada δ – kül hissəciklərinin ölçüsü, mkm; δ_{SO} , $\delta_{1,56}$, δ_{84} –

uyğun ölçülü kül hissəcikləri ələkdə 50, 15,6 və 84% qalığını ifadə edən əmsal. σ – hissəciklərin dispersiyalılığını göstərən əmsaldır.

Ələkdən keçən kül hissəciklərinin normal loqarifmik paylanmasının diferensial əyrisi üçün aşağıdakı tənlik yazılır:

$$N = \frac{d_y}{d_s} = \frac{100}{\sqrt{2\pi} \ln \delta} \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln \delta - \ln \delta_{80}}{\ln \delta} \right)^2 \right] \quad (6.2)$$

Burada δ – ya müxtəlif qiymətlər verməklə külün hər hansı fraksiyası üçün kütlə tərkibini ala bilərik. Bu da kültutucu qurğularda kül tutma dərəcəsi üçün ən vacib məsələdir. Bu üsulun əlverişli cəhəti ondan ibarətdir ki, ehtimal şkalasından istifadə etməklə iki ələkdən keçirilən külün fraksiyasına görə tərkibini bilmək olur.

Kül hissəciklərinin yapışma və elektrik müqavimətlərinə görə təsnifatı. İES-in buxar qazlarının kültutucu qurğuları işləmə xüsusiyyətinə görə və ya külü tutma prinsipinə görə iki növü olur.

Birinci növ kültutucular ətalətli mexaniki kültutucu qurğulardır. Onlar mərkəzəqaçma qüvvəsinin təsiri ilə külün tüstü qazlarından ayrılması prinsipi ilə işləyir.

İkinci növ isə elektrik kültutucu qurğuları adlanır. Bunlarda külün ayrılması elektrik sahəsinin təsiri ilə, yəni yüklənmiş elektrodlara köçməsi yolu ilə baş verir.

Mexaniki kültutucu qurğuların düzgün hesablanması və ya seçilməsi üçün külün yapışma qabiliyyətinin böyük rolu vardır. Bununla əlaqədar olaraq, əvvəlcə kül hissəciklərinin fiziki xassələri öyrənilir. Üzvi yanacaqların kül hissəcikləri yapışma xassələrinə görə dörd qrupa bölünür:

Cədvəl 6.1.

Bəzi yanacaqların tüstü qazları ilə aparılan kül hissəciklərinin fraksiyası

Yataqların yerləşdiyi ərazi	Yanacaq in markası	Külün fraksiya tərkibi, F%										
		Hissəciklərin ölçüləri ölçü həddi, mkm										
		orta ölçüsü, mkm										
		0-5 2,5	5-10 7,5	10-20 15	20-30 25	30-40 35	40-60 50	60-80 70	80-100 90	100		
Donbas	ARŞ	8	9	14	11	11	20	17	5	5		
Donbas	T	12	20	31	11	7	8	6	2	3		
Kuznetsk	T	12	19	31	9	6	10	5	3	5		
Kemerovsk	T	8	13	22	17	10	14	8	3	5		
İkibastuz	SS	6	9	46	21	8,3	6,7	-	-	-		
Çelyabinsk	B	6,5	11,5	20	16	9	8	16	4	9		
Moskva ətrafı	B	24	21	16,3	10,2	8,5	9	6,5	1,8	2,5		
Moskva ətrafı	B	11	18	22	14	18	12	8,1	2,1	2,0		
Moskva ətrafı	B	5	15	23	16,5	10	12,5	4	4	10		
Kansk – Açinsk	B	4	8	22	19	40	19	8	3	7		
Frez torfu	-	12	11	11	10	9	13	9	3	22		

I qrup – yapışmayan kül hissəcikləri adlanır. Praktiki olaraq yapışmayan kül hissəciyi olmur, yəni bütün kül hissəcikləri azacıq da olsa yapışma xassəsinə malikdir.

II qrup – az yapışan kül hissəcikləridir. Bu qrupa əsasən, natamam yanan bütün yanacaqların kül hissəcikləri daxildir.

III qrup – orta yapışan kül hissəcikləridir. Bu qrupa boz kömürün uçan kül hissəciklərini nümunə göstərmək olar.

IV qrup – bərk yapışan kül hissəcikləri adlanır. Bunlar kül tutucu qurğular üçün çox qorxulu sayılır. Belə kül hissəciklərinə nümunə olaraq, yanıcı tərkibi 25% olan antrasit parçalarının kül hissəciklərini göstərmək olar.

Elektrik süzgeçlərinin faydalı işi onların düzgün seçilməsi, külün elektrik müqavimətindən çox asılıdır. Bununla əlaqədar olaraq, uçan kül hissəciklərini üç qrupa bölürlər:

I qrup kül hissəciklərinin xüsusi elektrik müqaviməti $\rho \leq 10^2 \text{ Om} \cdot \text{m}$ -dir. Belə kül hissəciklərini böyük elektrik keçiriciliyinə malik olur. Ona görə də çökdürücü elektrodla toxunan kimi, onlar tac elektrodlarından aldıkları mənfəi yükləri itirərək müsbət yüklənir və elektrodla tərəfindən itələnərək çökə bilmir. Nəticədə bunlar qaz selinin tərkibində atmosfer hövzəsinə keçmiş olur. Belə xassə, natamam yanan karbonatlı yanacaqların kül hissəciklərində olur. Nümunə üçün Donbasın AŞ tipli bərk yanacaqlarının kül hissəciklərini göstərmək olar;

II qrupa kül hissəciklərinin xüsusi elektrik müqaviməti $10^2 < \rho < 10^8 \text{ Om} \cdot \text{m}$ olur. Belə kül hissəcikləri daha yaxşı tutulur. Məsələn, Donbasın “T” və “QSS” markalı yanacaqlarının və başqa yataqların yanacaqlarının kül hissəciklərini bu qrupa aid etmək olar;

III qrup kül hissəciklərinin xüsusi elektrik müqavimətləri $\rho < 10^8 \text{ Om} \cdot \text{m}$ olur. Belə kül hissəciklərinin tutulması çox çətin gedir. Bunlar nəinki tutulmur, hətta elektrodla arasında izolyasiya qatı yaradaraq elektrik sahəsini azaldır. Kül hissəsinin müqaviməti böyük olduqda tac elektrodun sahəsinin əksi olan elektrik sahəsi yaradır. Bu da nəinki çökmə prosesini pisləşdi-

rir hətta çökən kül hissəciklərin elektrodlardan qoparaq tüstü qazına keçməsi və ikinci kül aparma vəziyyətinin yaranmasına səbəb olur.

Həm kül tutucu qurğular üçün külün tərkibində əhəngin “CaO” olmasının da böyük mənfəi təsiri vardır. Tüstü qazlarının tərkibində CaO-nin olması kültutucu qurğunun işini çox çətinləşdirir. Səbəbi isə CaO-nin sementləşmə xassəsi ilə izah edilir. Yəni kül hissəcikləri kül tutucu aparatda tutularkən sementləşmə getdiyindən onun kül tutucu qurğudan xaric edilməsi əlavə problemə çevrilir. Belə problemlərin olmaması üçün külün mineral tərkibi qabaqcadan məlum olmalıdır (K.M.Abdullayev, C.Ə.Şahmarov, Y.H.Yaqubov, 1992)

6.3. Kül tutmanın nəzəri əsasları haqqında anlayış

Kül tutucu qurğuların tam işini hərtərəfli xarakterizə etmək üçün vahid nəzəri əsaslar hələ də kifayət qədər deyildir. Kül tutmanı nəzəri əsaslandırmaq üçün, əsasən ona təsir edən amillər öyrənilir.

Kül tutmanın əsas göstəricilərindən biri külün tutma dərəcəsidir. Kül tutma dərəcəsi aşağıdakı düsturla ifadə olunur:

$$\xi = \frac{G_r - G_i}{G_r} = \frac{c_r - C_i}{c_r} \quad (6.3)$$

Burada G_g , G_c – kül tutucu qurğunun girişində və çıxışında tüstü qazlarında olan külün miqdarı, kq/san; c_g , c_c – kül tutucu qurğunun girişində və çıxışında tüstü qazlarında olan külün konsentrasiyasıdır, kq/m³.

Qeyd etmək lazımdır ki, (6.3) düsturu tüstü qazlarının həcmi sabit miqdarı üçün doğrudur. Həqiqətdə isə tüstü qazlarının həcmi kül tutucu qurğulardan qabaq və sonra dəyişən olur. Ona görə də, kül tutucularını xarakterizə etmək üçün kül getmə əmsalından istifadə edilir.

$$q = \frac{G_3}{G_g} = \frac{c_3}{c_g}$$

Kül tutma dərəcəsi ilə kül getmə əmsalı arasında $q=1-\xi$ asılılığı vardır.

Yanacağın markasından və buxar qazlarının gücündən asılı olaraq praktikada ən çox ətalətli, nəm və elektrik kül tutucu qurğulardan istifadə olunur.

İndi də kül tutucu qurğular üçün ümumi kül getmə düsturuna və onun funksionla asılılığına baxaq. Nümunə üçün qurğunun bir kanalını götürüb, iki elementar kəsik ayraraq kül çökmə prosesini araşdıraq. (Şəkil 6.1)

Fərz edək ki, kül çökmə sahəsi $A \text{ m}^2$ və tüstü selinin həcmi sərfi $v \text{ m}^3/\text{san}$ -dir. Kanalda tüstü qazlarının hərəkət istiqamətinə perpendikulyar olan A-A və B-B elementar kəsiyinə baxaq. A-A kəsiyindən keçən külün sərfi G_1 , B-B kəsiyində isə G_2 (kg/san) olacaqdır. Elementar kəsikdə kül çəkmə sahəsini dA ilə işarə edək.

Əgər A-A kəsiyində tüstü qazının tərkibindəki külün konsentrasiyası c -dirsə, B-B kəsiyində $c-dC$ olacaqdır.

Beləliklə, ayrılmış elementar kəsik üçün yaza bilərik:

$$qG = v \cdot C \cdot dA \quad (6.4)$$

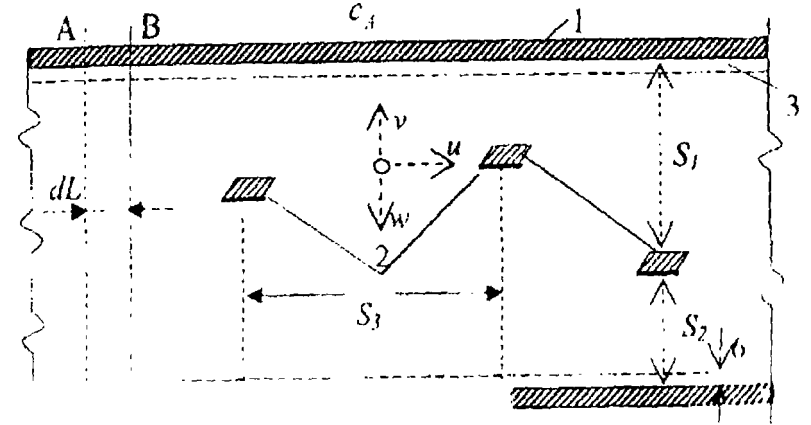
Burada v – kül hissəciklərinin çökmə sürəti, m/san ; c_A – çəkmə səthinə yaxın olan tüstü qazlarındakı kül hissəciklərin konsentrasiyasıdır, kg/m^3 .

A-A kəsiyi üçün kül hissəciklərinin miqdarca sərfi:

$$G_1 = Vc \quad (6.5)$$

B-B kəsiyi üçün isə

$$G_2 = V(c-dc) \quad (6.6)$$



Şəkil 6.1. Elektrik süzgəcin bir kanalının aerodinamik sxemi
1 – çökdürücü elektrodlar; 2 – tam elektrodlar

Digər tərəfdən elementar sahə üçün yaza bilərik:

$$qG = G_2 - G_1 = V(c - qc) - Vc = -Vdc \quad (6.7)$$

(6.4) və (6.7) düsturlarını bir-birinə bərabər etsək

$$vC \cdot dA = -Vdc$$

yaxud

$$\frac{dC}{C} = -\frac{v}{V} Ad \quad (6.8)$$

(6.8) tənliyinin sağ tərəfini π ilə işarə etsək, onda

$$d\pi = -\frac{v}{V} Ad$$

Əgər kül hissəciklərinin çökmə sürətini (v) bütün kanal boyu sabit qəbul etsək, integrallama prosesindən sonra

$$\pi = -\frac{vA}{V} \quad (6.9)$$

Burada π – kül tutma parametri adlanır. Onda kül tutmanın ümumi diferensial tənliyini belə yaza bilərik:

$$\frac{dc}{c} = -d\pi \quad (6.10)$$

Bu ifadəni integrallamaq üçün kanalın en kəsiyindəki külün orta konsentrasiyası (c) ilə çökmə sahəsindəki külün orta konsentrasiyası (c_A) arasındakı nisbəti bilmək lazımdır. Bunun üçün, hissəciklərin tüstü selindəki iki hərəkət halına baxaq.

Birinci halda fərz edək ki, tüstü qazlarının hərəkəti turbuləntdir. Hissəciklər kiçik ölçülü olduqlarından onların da hərəkəti tubulent olacaqdır, yəni onların hərəkəti döyünən olacaqdır. Onda kiçik xəta ilə demək olar ki, tüstü qazlarındakı kül hissəciklərinin orta konsentrasiyası çökmə səthindəki külün orta konsentrasiyasına bərabərdir, yəni $c=c_A$. Onda (6.10) tənliyini aşağıdakı kimi yazıya bilərik:

$$\frac{dc}{c} = -d\pi \quad (6.11)$$

(6.11) diferensial tənliyini integrallasaq:

$$\int_{c_g}^{c_q} \frac{dc}{c} = - \int_0^\pi d\pi$$

İntegralı həll etməklə kül getmə əmsalını analitik formada funksional asılılığını tapmış olarıq, yəni

$$q = \frac{c_q}{c_g} = \exp(-\pi) \quad (6.12)$$

Əgər (6.12) tənliyini (6.9) tənliyinə görə həll etsək

$$q = \exp\left(-v \frac{A}{V}\right) \quad (6.13)$$

İkinci halda, fərz edək ki, kül hissəcikləri döyünən yox, xətti hərəkət edir. Bu, qaz selinin hərəkəti laminar olanda, yaxud kül hissəciklərinin ölçüləri böyük olanda mümkündür. Bu zaman onlar qaz selinin turbulent hərəkətində iştirak etmir. İES-də laminar rejimdə hərəkət edən tüstü qazlarına çox az təsadüf olunur. Laminar hərəkət rejimi Reynolds ədədinin kiçik qiymətlərində, yəni kanalın en kəsiyinin ölçüləri və oradakı sürət çox az olduqda yaranır. Kül hissəciklərinin ölçülərinə görə analiz etdikdə isə müəyyən etmək olur ki, ölçüləri 30 mikrometrdən

böyük olan kül hissəcikləri praktiki olaraq düz xətti hərəkət edir. Bu o deməkdir ki, kül çökmə sahəsindəki külün konsentrasiyasının orta qiyməti sabitdir və praktiki olaraq kəsiyin girişindəki külün konsentrasiyasının orta qiymətinə bərabər olur, yəni $c_A=c_G$ olur. Onda (6.11) diferensial tənliyi aşağıdakı şəkildə yazırıq:

$$\frac{dc}{c_g} = -d\pi \quad (6.14)$$

Bu ifadəni integrallayıb həll etsək,

$$q = 1 - \pi \quad \text{və} \quad \xi = \pi$$

(6.10) düsturu göstərir ki, külün çökmə sürəti və çökmə sahəsi artdıqca kül tutma parametri də böyüyür, ancaq tüstü qazının həcmi sərfi böyüdükcə bu parametr kiçilir.

Tüstü qazlarının kanaldakı həcmi (V), kanalın en kəsiyi ilə (ω) irəliləmə hərəkəti sürətinin (u) hasilinə bərabər olur, yəni

$$V = u \cdot \omega \cdot \tau \quad (6.15)$$

Bu qiyməti (4.10) tənliyində yerinə yazsaq:

$$\pi = -\frac{v}{u} \cdot \frac{A}{\omega} \quad (6.16)$$

Kül getmə əmsalı isə

$$q = \exp\left(-\frac{v}{u} \cdot \frac{A}{\omega}\right) \quad (6.17)$$

Burada $\frac{v}{u} \leq k$ - kül tutucu qurğunun kinematik parametri

$\frac{A}{\omega} = \Phi$ - kül tutucu qurğunun həndəsi parametri.

$$q = \exp(-\Phi \cdot K) \quad (6.18)$$

Bu tənlikdən görünür ki, həndəsi parametrlə kinematik parametrlərin hasilini artdıqca kül getmə əmsalı azalır, yəni kül tutucu qurğunun faydalı işi artmış olur. Həndəsi parametr kül tutucu formasının və qabarit ölçülərinin nisbi qiymətləri ilə xarakterizə olunur. Kinematik parametr isə, hissəciklərə təsir edən

qüvvə, hissəciklərin ölçüləri, qaz selinin fiziki xassələri və onun aerodinamik xarakteristikası ilə xarakterizə olunur.

(6.13) tənliyindən A/V nisbətini f ilə əvəz edək

$$q = \exp(-vf)$$

Burada f – xüsusi kül çökmə sahəsidir, $m^2/m^3 \cdot \text{san}^{-1}$.

Qeyd etmək lazımdır ki, yuxarıda göstərilən tənliklərin həlli kül tutma prosesinin və kül tutma parametrlərinin aşağıda göstərilən şərtlərin daxilində aparılmalıdır:

- çökmə səthində olan kül hissəcikləri qaz selinə qayıda bilmir;

- bütün çökmə kül çökmə hissəciklərinin sürəti eynidir;
- selin bütün en kəsiyində sürət eynidir.

Kül tutucu qurğuların iş prinsiplərini xarakterizə edən ümumi nəzəri tənliklər məlum olmadığından hesablama zamanı adətən onların empirik düsturlarından istifadə edilir.

Kül hissəcikləri müxtəlif ölçüdə olduqları kimi, onların çökmə sürətləri də müxtəlif olur. Bununla əlaqədar olaraq, kül tutma dərəcəsinin hesabı hər fraksiya üçün ayrıldıqda aparılır. Belə ki, hər bir Φ_i fraksiya üçün əvvəlcə v_i çökmə sürəti və buna əsasən də q_i kül getmə əmsalı hesablanır. Ümumi kül getmə əmsalı

$$q = \sum_{i=1}^{i=n} q_i \frac{\Phi_i}{100} \quad (6.19)$$

Burada n – fraksiyaların sayıdır.

Əgər qaz yolunun bir neçə pillə kül tutucu qurğu qoyulubsa, onda kül getmə əmsalı aşağıdakı kimi yazılacaqdır:

$$q_i = q_{i_1} q_{i_2} q_{i_n} \quad (6.20)$$

Burada $q_{i_1} q_{i_2} q_{i_n}$ - uyğun olaraq hər pillə üçün kül getmə əmsalıdır.

6.4. İES-lərin kül tutucu qurğularının quruluşu və iş prinsipləri

Məlumdur ki, kül hissəciklərinin tüstü qazlarından ayrılması üçün kül hissəciyinin hərəkət sürəti ilə tüstü qazlarının hərəkət sürəti arasında fərq olmalıdır.

Praktiki olaraq, bu fərqi yaradan qurğulara kül tutucu qurğular deyilir.

Kül tutucu qurğular qeyd etdiyimiz kimi işləmə qaydalarına görə iki sinfə bölünür:

1. mərkəzaqəçmə qüvvəsi prinsipi ilə işləyən mexaniki kül tutucu qurğular;
2. elektrik sahəsinin təsir qüvvəsi prinsipi ilə işləyən kül tutucu qurğular

Mexaniki kül tutucu qurğular da öz növbəsində iki növ olur: yəni quru ətalətli mexaniki kül tutucular və nəm mexaniki kül tutucular.

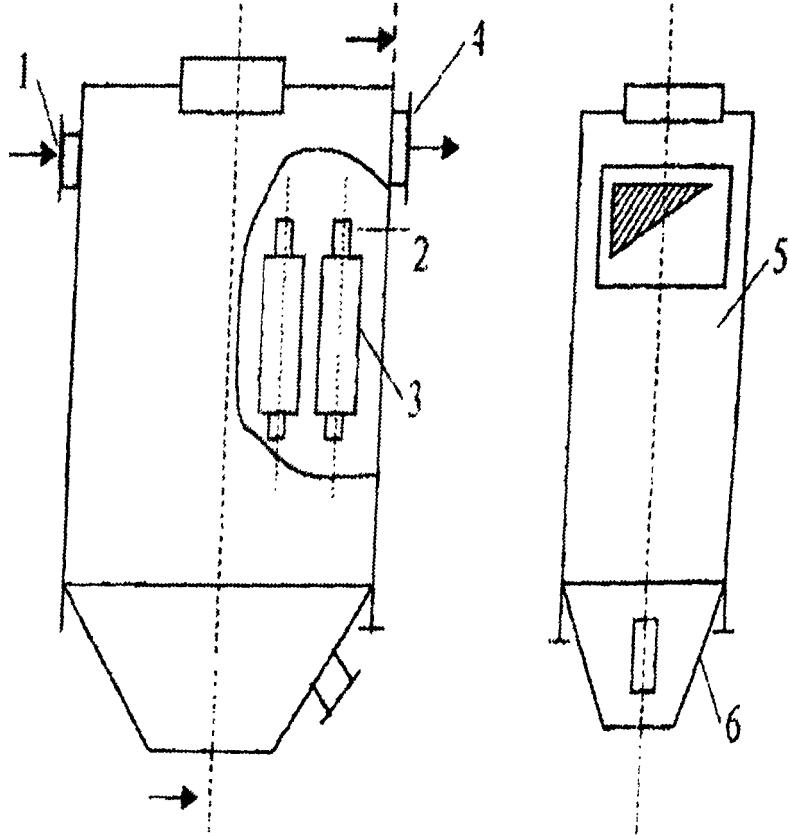
Quru ətalətli kül tutucu qurğulara çox zaman tsiklonlu kül tutucular da deyirlər (şəkil 6.2.). Bu qurğularda külün ayrılması fırlanma hərəkətində yaranan mərkəzaqəçmə qüvvəsinin təsiri ilə gedir. Bu qurğular sinfinə batareyalı tsiklonlu və tsiklonlu qurğular daxildir.

Nəm kül tutucu qurğularda külün ayrılması prinsipcə tsiklonlu kül tutucularda olduğu kimi gedir. Lakin burada külün ayrılması prosesindən qabaq nəmlənməsi aparılır. Belə kül tutucular sinfinə nəm çubuq şəkilli və mərkəzaqəçmə skrubberli kül tutucuları daxildir (şəkil 6.3)

Elektrik kül tutucuları çox geniş yayılmış kül tutucu qurğulardır. Bu kül tutuculara elektrik süzgüləri də deyilir. (şəkil 6.4)

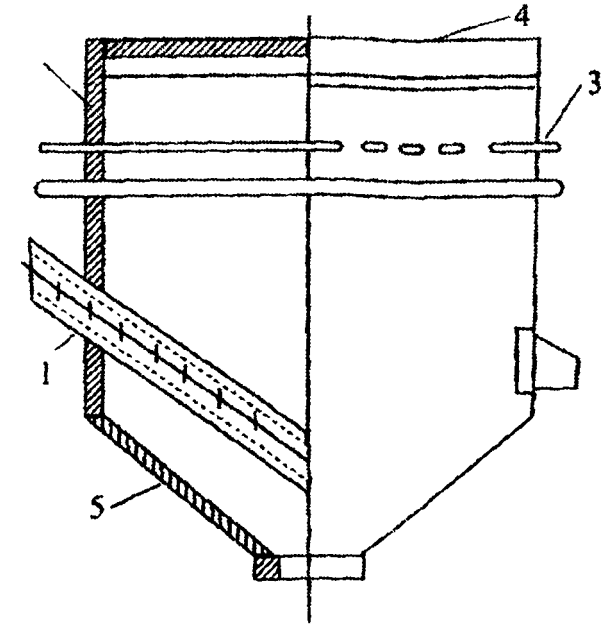
Elektrik süzgülərində tüstü qazlarından külün ayrılması elektrik sahəsi olan xüsusi çökdürücü elektrodlarda baş verir. Bunun üçün süzgüləin elektrodlarına yüksək gərginlikli sabit cərəyan (təc elektrodlarına mənfi, çökdürücü elektrodlara isə mənfi yük) verilir. Kül hissəcikləri əvvəlcə təc elektrodlarının

təsirindən mənfi yüklənir, sonra isə müsbət yüklü çökdürücü elektrodların səthinə cəzb olunur.



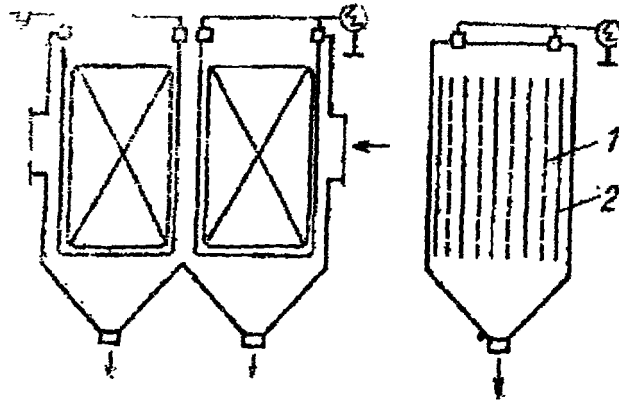
Şəkil 6.2. Tsiklonlu kül tutucusunun sxemi:

1-tüstü qazlarının giriş borusu; 2- tsiklon elementinin çıxış borusu;
3 - tsiklonun gövdəsi; 4 - tüstü qazlarının çıxış borusu; 5 - aortanın ümumi gövdəsi; 6 -bunker



Şəkil 6.3. Skrubber tipli mərkəzdən qaçma nəm kül tutucusunun sxemi:
1- tüstü qazlarının giriş borusu; 2 - kül tutucuların gövdəsi; 3 -
sulayıcı saplo; 4- təmizlənmiş tüstü qazının çıxış borusu; 5 - bun-
ker.

Elektrik süzgəclərinin ən çox işlənən növləri şaquli lövhəli və üfüqi lövhəli kül tutuculardır. Bərk yanacaqla işləyən güclü buxar qazlarında tüstü qazları ilə atmosfərə aparılan kül hissəciklərini daha çox azaltmaq üçün kombinə edilmiş kül tutucu qurğulardan istifadə olunur. Yəni qaz yolunda həm mexaniki və həm də elektrik kül tutucuları qoyulur. Tüstü qazları əvvəlcə mexaniki və sonra elektrik kül tutuculardan keçir. Bu məqsədlə ən çox batareyalı tsiklonlu və üfüqi lövhəli kül tutuculardan istifadə edilir.



Şəkil 6.4. Lövhə elektrodlu elektrik süzəcinin sxemi:
1 tac elektrod; 2 - çökdürücü elektrod.

6.5. Tsiklonlu kül tutucu qurğuların quruluşu

Tsiklonlu kül tutucu qurğularda tüstü qazlarının hərəkəti fırlanan olur və fırlanma nəticəsində yaranan mərkəzəqaçma qüvvəsinin təsiri ilə kül hissəciklərinin tüstü qazlarından ayrılması baş verir. Bunun üçün tüstü qazları qurğuya giriş borusu vasitəsilə tangensial istiqamətdə verilir. Qaz seli tsiklonun xarici və daxili silindrik səthləri arasında hərəkət edir və kül hissəcikləri xarici silindrik səthə çökür, təmizlənmiş tüstü qazı isə daxili silindrik səthi vasitəsilə qurğudan xaric olunur. Xarici silindrik səthə çökən kül hissəcikləri öz ağırlıqları nəticəsində qurğunun konusvarı fırlana və oradan da ümumi bunkerə tökülür. Kül hissəciklərinə təsir edən mərkəzəqaçma qüvvəsinə aşağıdakı düstur ilə ifadə etmək olar:

$$f = \rho_h \frac{\pi d^3}{6} \cdot \frac{U^2}{R} \quad (6.21)$$

Burada ρ_h – hissəciklərin sıxlığı, kg/m^3 ; d – hissəciklərin diametri, m ; U – qaz selinin hərəkət sürəti, m/san ; R – tsiklonun radiusudur, m .

Kül hissəcikləri səthə çökən zaman onlara müqavimət qüvvəsi təsir edir. Bu müqavimət qüvvəsinə diametrləri 2-50 μm olan hissəciklər üçün Stoks qanununa görə belə ifadə etmək olar:

$$f = 3\pi\mu dv \quad (6.22)$$

Burada μ – tüstü qazlarının dinamik özlülüyü, $\text{Pa}\cdot\text{s}$; v – kül hissəciklərinin çökmə sürətidir, m/san . (6.21) və (6.22) düsturlarını bərabərləşdirərək tüstü qazlarından ayrılma (və ya çökmə) sürətini təyin etmək olar:

$$\rho_h \frac{\pi d^3}{6} \cdot \frac{U^2}{R} = 3\pi\mu dv \quad (6.23)$$

$$v = \frac{\rho_h d^2 U^2}{18\mu R}$$

Burada $\frac{\rho_h d^2 U^2}{18\mu R} = \tau$ – kül hissəciklərinin silindrik divara

doğru hərəkət vaxtını xarakterizə edir, san

$$v = -\frac{\tau U^2}{R} \quad (6.24)$$

τ hissəciklərin ölçüsündən, fiziki xassəsindən və mühitdən asılıdır.

Bundan sonra tsiklonlu kül tutucu kinematik parametri təyin edilir:

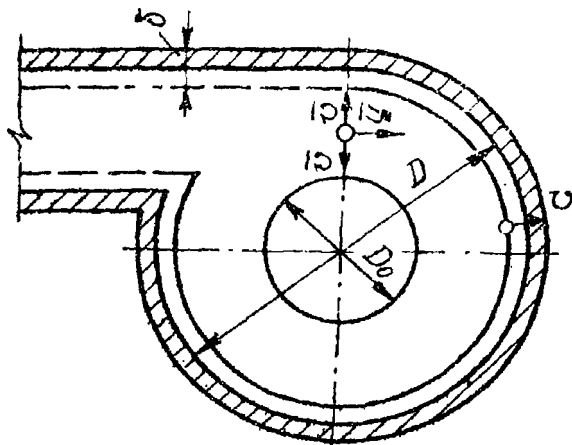
$$k = \frac{v}{u} = \frac{\tau U}{R} \quad (6.25)$$

Şəkil 4.5.-də göstərilən sxemə görə tsiklonun həndəsi parametri aşağıdakı kimi ifadə olunur:

Burada D – tsiklonun xarici silindrinin daxili diametri, m ; D_0 – tsiklonun daxili silindrinin xarici diametri, m ; h – silindr-də selin hündürlüyü, m ; n – tsiklonda selin dövretmə sayı; $\frac{D_0}{D} = D_0$ – tsiklonun daxili və xarici silindrlərin diametrinin nis-

Tsiklonlu kül tutucu qurğu üçün kül tutma parametri

$$\pi = k\Phi = \frac{\tau U}{R} \cdot \frac{2\pi n}{1 - D_0} \quad (6.27)$$

$$\pi_1 = 0,5 \cdot \sqrt{\frac{U_h}{4,5}} \cdot \sqrt[3]{d_1^2} \quad (6.28)$$
$$\Phi = \frac{A}{\omega} = \frac{\pi D n h}{\frac{D - D_0}{I}} = \frac{2\pi n}{1 - D_0} \quad (6.26)$$


Şəkil 6.5. Quru tsiklonlu kül tutucu qurğunun aerodinamik sxemi

Tsiklonlu kül tutucu qurğular üçün yapışması böyük olan kül hissəcikləri qorxuludur. Çox yapışma kül hissəciklərini tutmaq üçün başqa tip kül tutucu qurğulardan istifadə edilməlidir.

6.6. Nəm kül tutucu qurğular

Nəm kül tutucularda nəzəri iş (6.27) düsturu ilə xarakterizə olunur. Bunların kül tutma dərəcəsi $\xi=0,8-0,9$ olur.

Təcrübə göstərir ki, nəm kül tutucu qurğularda tüstü qazlarını əvvəlcə nəmləşdirici skubberdən buraxdıqda onların kül tutma effektivliyi artır. Bu da kül hissəciklərinin su damlları ilə görüşməsi zamanı onların koagulyasiya olunması ilə izah olunur. Koagulyasiya olunmuş hissəciklərin divara yapışması ilə tutulması effektivliyi gedir. Bu prinsiplə işləyən küç tutucu qurğulara nümunə olaraq şəkil 6.6-da verilən Venturi borulu koagulyatorlu nəm kül tutucunun sxemini göstərmək olar. Bu sxemə görə əvvəlcə tüstü qazlarına Venturi borusundan əvvəl qoyulmuş xüsusi çiləyici ilə su çilənir. Alınmış kül qaz seli su damlları ilə birlikdə 50-70 m/san sürəti ilə Venturi borusunun

konfuzorundan keçərək boğazlığa daxil olur. Boğazlıqdan çıxan zaman su damlalarının xırdalanması və kül hissəcikləri ilə tam görüşməsi baş verir. Sonra nəmlənmiş kül-qaz seli diffuzora daxil olur və burada onun sürəti azalır. Diffuzordan sonra kül-qaz seli tangensial istiqamətdə divarı sulanan skubberə daxil olur və skubberdə kül hissəcikləri koagulyasiya yolu ilə ayrılaraq kül bunkerinə tökülür.

Boğazlıqda selin sürəti artdıqca damlaların xırdalanması da artır. Damlaların orta diametrini aşağıdakı düsturla təyin etmək olar:

$$d_g = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{U_b} \quad (6.29)$$

Burada U_b – suyun Venturi borusunun boğazlığındakı sürətidir, m/san.

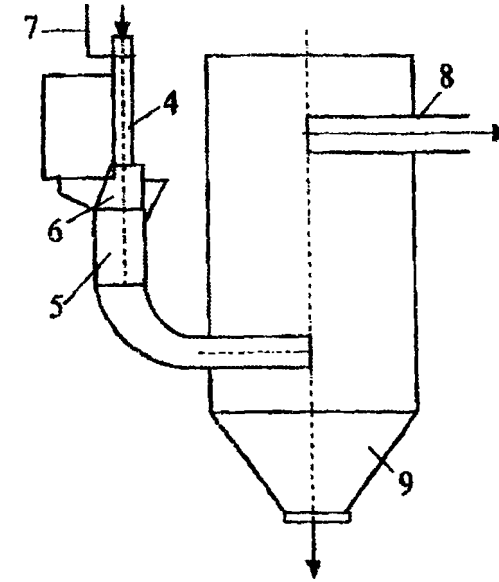
Təhlil göstərir ki, su damlaları ilə kül hissəciklərinin görüşməsi iki yolla ola bilər:

1. qaz selində hərəkət edən kül hissəciklərinin qaz seli tərəfindən hələ ovulmamış su damlaları ilə görüşməsi yolu ilə;
2. döyünən hərəkətdə olan kül hissəciklərinin hərəkətdə olan su damlalarına düşməsi yolu ilə.

İndi də diffuzorda, Venturi borusunda və dəyişən en kəsikli başqa sahələrdə kül hissəciklərinin koagulyasiya prosesinə baxaq. Bunun üçün kül tutmanın diferensial tənliyinə yazaq:

$$\frac{dc}{c} = -\frac{v}{U} \cdot \frac{dA}{\omega} \quad (6.30)$$

Əgər tsiklonlu kül tutucularda kül çökmə səthini tsiklonun divarı əvəz edərsə, nəm kül tutucularda bu səthi damlaların en kəsik sahələrinin cəmi təşkil edir.



Şəkil 6.6. Venturi borulu nəm kül tutucu qurğunun sxemi:
1 – tüstü qazlarının giriş borusu ; 2 – su fraksiyası; 3 – Venturi borusu ; 4 – boğazlıq; 5 – diffuzer ; 6 – skrubber damla tutucu ; 7 – skrubber su saplosu; 8 – təmizlənmiş tüstü qazının çıxış borusu; 9 – kül bunkerli.

Venturi borusunun diffuzorunun dL uzunluğundakı sahədə damlaların səthlərinin cəmi, yəni külün çökmə sahəsi aşağıdakı kimi istifadə edilir:

$$dA = a_d \cdot \omega \cdot dL \quad (6.31)$$

Burada a – 1 m^3 tüstü qazındakı su damlalarının en kəsik sahələrinin cəmi, ω – diffuzorun dL hissəsində en kəsik sahəsidir, m^2 .

Bu qiyməti (6.29) tənliyində yerinə yazsaq belə olar:

$$\frac{dc}{c} = -\frac{v}{U} a_d dL \quad (6.32)$$

1 m^3 tüstü qazında olan damlaların en kəsik sahələrinin cəmi:

$$a_g = \frac{10^{-3} q_m}{\frac{\pi d_d^3}{6}} \cdot \frac{\pi d_d^2}{4} = \frac{3}{2} 10^{-3} \frac{q_m}{d_d} \quad (6.33)$$

Burada $q_m - 1 \text{ m}^3$ tüstü qazının təmizlənməsi üçün tələb olunan suyun xüsusi sərfidir, l/m^3 .

(6.33) və (6.29) tənliklərini (6.32) tənliyində nəzərə alaraq:

$$\frac{dc}{c} = 0,3 \frac{\bar{v}}{U} q_m U_b dL \quad (6.34)$$

Burada $\bar{v}$ - kül hissəciklərinin döyünən sürəti, m/san , U - tüstü qazının hərəkət sürətidir, m/san .

Birinci yaxınlaşmaya görə v/U nisbətini sabit qəbul etsək və (6.33) tənliyini integrallasaq, Venturi borusunun diffusoru üçün kül tutma parametrini aşağıdakı kimi yazı bilərik:

$$\pi = 0,3 \frac{\bar{v}}{U} q_m U_b L \quad (6.35)$$

Kül tutma texnikasında Venturi borulu iki növ nəm-kül tutucu qurğulardan istifadə olunur. Nəm çubuqlu və nəm skrubberli kül tutucu qurğular. Nəm çubuqlu kül tutucu qurğu en kəsiyi dairəvi olan şaquli Venturi borulu, nəm skrubberli kül tutucu isə düzbucaqlı üfüqi borulu kül tutuculardır.

Əgər kül tərkibindəki CaO -nin miqdarı 15-20 %-dən çox olarsa, belə tüstü qazlarının təmizlənməsi üçün nəm kül tutucu qurğular tətbiq edilə bilməz. Bundan başqa, nəm kül tutucularının skrubberinə verilən suyun cədluğu 15 mq-ekv/l -dən az olmalıdır. Əks halda, qurğunun divarlarında təmizlənməsi çox çətin olan kalsium birləşmələri çökmüş olar.

Kül tutucu qurğuların praktiki hesabı aşağıdakı ardıcılıqla aparılır. Əvvəlcə nəm kül hissəciklərini tutan qurğunun tipi və en kəsiyi təyin edilir, yəni

$$\omega_H = \frac{V}{U_d v_H} \quad (6.36)$$

Burada U_d - damlaların hərəkət sürəti, $U_d=5 \text{ m/san}$ qəbul edilir, z_H - qaz yolunda nəm kültutucuların sayıdır.

Sonra məlumat kitabından qurğunun tipi seçilir və kül getmə əmsalının qəbul edilmiş qiymətinə görə məlumat kitabından kül tutma parametri (π) seçilir. Bundan sonra Venturi borusunun boğazlığının en kəsiyi hesablanır:

$$\omega_b = \frac{V}{z_b u_b} \quad (6.37)$$

Bundan sonra $\pi = \sqrt{q_m u_z}$ istifadə vasitəsilə kül tutma parametri dəqiqləşdirilir. Burada $q=0,15 \text{ kq/m}^3$ və $U_z=60 \text{ m/s}$ qəbul edilir.

Nəticədə “şəh nöqtəsinin” temperaturuna (t_m) görə təmizlənmiş tüstü qazlarının buraxıla bilən temperaturu $t \geq t+21$ şərtindən təyin edilir.

6.7. İES-lərdən ətrafa atılan külün tutmasına təsir edən amillər

İES-də tüstü qazlarının uçan kül hissəciklərindən təmizlənməsi üçün elektrik süzğəcləri çox əlverişli qurğulardan biri sayılır. Bu süzğəclərin kül tutma dərəcəsi çox yüksək ($\xi=0,99-0,995$), təzyiq itkisi az olur (150 Pa) və tüstü qazlarının temperaturunun azalması, nəmlənməsi tələb olunur.

Elektrik süzğəclərində külün tutulması, qeyd etdiyimiz kimi çökdürücü elektrodlardan bərabər məsafədə yerdəyişən tac elektrodlarına toxunur. Toxunma nəticəsində kül hissəcikləri mənfi yüklənmiş çökdürücü elektrodlar tərəfindən cəlb olunur. Elektrodların yüklənməsi yüksək gərginlikli sabit cərəyanla aparılır.

Elektrodlara toplanan külün fasiləli olaraq bunkerə tökməsi zərbəli mexanizm vasitəsilə aparılır. Daha doğrusu, külün elektrodlardan qoparaq bunkerə yığılması zərbə endirici mexanizm elektrodları silkələnməsi yolu ilə aparılır.

Elektrik süzgəclərinin effektiv işi əsasən onu qidalandıran elektrik aqreqlərindən asılıdır. Hər bir aqreqlat isə üç əsas hissədən, yəni gücləndirici – düzləndirici blokdan ibarətdir. Gərginliyi sabit saxlamaq üçün və tüstü qazlarının daha yaxşı ionlaşmasını təmin etmək üçün avtomatik tənzimləyicidən istifadə edilir.

Sənaye miqyasında iki növ elektrik süzgəci buraxılır. “UQ2” və “UQ3”. “UQ2” tipli süzgəclərdə elektrodların hündürlüyü 7,5 m və hər aktiv sahənin uzunluğu 2,5 m-dir. “UQ3” tipli süzgəclərdə isə elektrodların hündürlüyü 12,2 m və sahənin uzunluğu isə 4 m-dir. Adətən, hər süzgəc üçün 3 və 4 sahə ola bilər.

Elektrik süzgəcləri üçün kül getmə əmsalı aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$q = \exp(-vf) \quad (6.38)$$

Bu düstura görə xüsusi kül çökmə sahəsi (f) artdıqca kül tutma parametri də artır. Lakin qaz yolunun bölünməsi məhdud olduğundan f -in də artırılması məhduddur. Ona görə də, elektrik süzgəclərinin kül tutma effektivliyini artırmaq üçün külün çökmə sürətinə (v) təsir etmək əlverişlidir. Bu isə süzgəclərin elektrik sahəsinin gücü ilə əldə olunur.

Elektrik sahəsində külün çökmə sürətinin nəzəri qiymətinin aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$v = \frac{\varepsilon_0 E_l E_r d}{\mu} \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon + 2} \quad (6.39)$$

Burada ε_0 – vakuumdakı elektrik keçiriciliyi, f/m ; ε – hissəciklərin nisbi diametrik keçiriciliyi, f/m ; E – elektrik sahəsinin yüklənmə gərginliyi, V/m ; E_l – elektrik sahəsində külün çökdürmə gərginliyidir, V/m .

Bu tənlidən görünür ki, külün çökmə sürətinə əsasən sahənin və çökmənin gərginlikləri ilə hissəciklərin ölçüsünün həssas təsir edir. Lakin praktiki olaraq E_l və E_r nəzəri yolla təyin edilməsi mümkün deyildir. BU kəmiyyətləri ancaq təcrübə yolu ilə müəyyən etmək olar.

Çökmə sürətini təyin edən əsas faktorlardan biri külün elektrik müqavimətidir. Külün çökmə sürətinin xüsusi müqavimət əmsalından asılılığı müəyyən bir əyri verir. Bu əyriyə görə $\rho = 10^8 - 10^9$ Om. m həddində kül çökmə sürəti birdən-birə azalır. Yəni nəinki kül çökmür, əksinə çökən külün yenidən tüstü qazlarına qayıtması və onlarla aparılması hadisəsi baş verir. Belə kül hissəciklərinə Ekibastuz və Kuznetsk hövzələrinin daş kömürlərinin külünü nümunə göstərmək olar. Tədqiqatlar göstərir ki, külün müqavimət əmsalını azaltmaq mümkündür. Məsələn, bəzi aşqarların tüstü qazlarına əlavə edilməsi və ya tüstü qazlarının elektrik süzgəclərindən keçən zaman temperaturun dəyişdirilməsi və s. xüsusi müqavimətin qiymətini azaltmış olur.

Külün ən böyük müqaviməti tüstü qazlarının 100-200°C temperaturunda olur. Müqaviməti azaltmaq üçün bu temperaturu ya azaltmaq ya da artırmaq kifayətdir.

6.8. Kül hissəciklərinin tutulması üçün son zamanlar işlənmiş üsullar

Son zamanlar böyük müqavimətli kül hissəciklərini tutmaq üçün bəzi üsullardan işlənmişdir. Bunlardan biri elektrik süzgəcinin hava qızdırıcısından qabaq 300-400°C temperatur mühitində yerdəyişdirilməsidir. Ancaq bu üsulun bəzi çətinlikləri vardır. Belə ki, qazın həcmi böyük olduğundan elektrik süzgəcinin qabarıq ölçüləri böyütmək lazım gəlir. Həm də xaric edilən kül hissəcikləri ilə itən istilik də çoxalır.

Tüstü qazlarına anhidrid (SO_3) amonyak (NH_3), soda (NaCO_3) və s. aşqarlar verildə elektrik süzgəcinin kül tutma effektivliyi artır. Bu zaman külün elektrik müqaviməti azalır. Buna baxmayaraq, bu üsul da geniş tətbiq edilə bilmir. Buna səbəb istismarın çətinliyi və çəkilən xərclərin çox olmasıdır. Çünki kimyəvi maddələrin alınması və qaz yoluna verilməsi əlavə xərclər tələb edir.

Son zamanlar tüstü qazlarının nəmləşdirilməsi üsulundan istifadə edərək elektrik süzgəclərində tüstü qazlarının tempera-

turunun azalması və sahə gərginliyinin güclənməsi ilə böyük müqavimətli kül hissəciklərinin tutulması metodundan daha çox istifadə edilir.

Hazırda elektrik süzğəclərinin hesabı zamanı əvvəlcə birinci yaxınlaşmaya görə külün çökmə sürəti qəbul edilir.

Elektrik süzğəclərinin faydalı işi tüstü qazlarının bərabər paylanmasıdır. Tüstü qazlarının bərabər paylanması süzğəcin doldurulma dərəcəsi ilə müəyyən edilir. Bu da aşağıdakı ifadə ilə xarakterizə olunur:

$$m = \frac{\left(\sum_{i=1}^{i=n} U_i \right)^2}{n \cdot \sum_{i=1}^{i=n} U_i^2} \quad (6.40)$$

Burada U – süzğəcin elementar kəsiklərində tüstü qazlarının sürəti, m/san, n – süzğəcin bərabər elementar en kəsiklərinin sayıdır.

Elektrik süzğəclərində qaz selinin bərabər paylanması regenerativ hava qızdırıcılarının və tüstü soranlarının sayından və onların düzgün yerləşdirilməsindən asılıdır.

Adətən, praktikada çox zaman süzğəcin, hava qızdırıcısının və tüstü soranların sayı eyni götürülmür. Bunlar qaz yolunda quraşdırılan zaman aralarındakı məsafə bərabər götürülür və bir ox üzərində yerləşdirilir. Tüstü qazlarının süzğəcin girişində bərabər paylanmasının böyük əhəmiyyəti vardır.

6.9. Elektrik və mexaniki kül tutucu qurğuların müqayisəsi

Kültutucu qurğuların kül tutma parametrləri iki kəmiyyətin hasilindən, yəni külün çökmə sürəti ilə (v) xüsusi kül çökmə sahəsinin (f) hasilindən ibarətdir.

Təhlil göstərir ki, çökmə sahəsinin böyüdülməsi əlverişli deyildir. Əsasən, elektrik süzğəcləri üçün həndəsi parametrlərin (f) dəyişməsi daha böyük həddə baş verir.

Elektrik süzğəci üçün həndəsi parametri yazaq:

$$\Phi_e = \frac{\lambda}{\omega} = \frac{2Lhz}{2S_1hz} \cdot \frac{L}{S_1} \quad (6.41)$$

Burada h – süzğəcin kanalında tüstü selinin hündürlüyü, m; z – kanalları sayı; S_1 – tac elektrodları ilə çökdürücü elektrodlar arasındakı məsafə, m; L – kanalın uzunluğudur, m.

Fərz edək ki, $S_1=0,1$ m və $L=4$ m-dir. Onda $\Phi=40$ olacaqdır. Dörd elektrik sahəli süzğəc üçün $\Phi=40 \times 4=160$ olar. Burada Φ_e böyük həddə dəyişdiyindən onun böyük götürülməsi əlverişli deyildir. Ona görə də, kinematik parametrlə (K) təsir etmək lazımdır. Kinematik parametrlərin qiymətini artırmaq üçün elektrodlarda elektrik sahəsini gücləndirmək kifayətdir.

Elektrik sahəsini gücləndirmək üçün tələb olunan cərəyan şiddəti belə təyin olunur:

$$J=A \cdot l_0 \quad (6.42)$$

Burada l_0 – kül keçən sahənin xüsusi cərəyan sıxlığıdır, A/m².

Elektrik sahəsini yaratmaq üçün tələb olunan güc aşağıdakı düsturdan tapılır.

$$W=UJ \quad (6.43)$$

Burada U – gərginlikdir, V. Süzğəcdə 1 m³/san qazı təmizləmək üçün tələb olunan elektrik gücünü tapmaq üçün:

$$\frac{W}{V} = n f l_0, \text{ kC/m}^3 \cdot \text{san}^{-1} \quad (6.44)$$

Burada f – xüsusi kül çökmə sahəsidir, m²/m³·san⁻¹.

$$\omega_s = \frac{V}{z_p u_z} \quad \text{düsturunu çökmə sahəsinə görə də yazmaq}$$

olar, yəni

$$\frac{W}{A} = U l_0, Vt/m^3 \quad (6.45)$$

6.2 sayılı cədvəldə q və v -in v/f -dən asılı olaraq dəyişmə qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl 6.2

Kül getmə əmsali q%	25	20	15	10	6	2	0,5
Kül tutma dərəcəsi η%	75	80	85	90	90	98	99,5
$r \cdot t$	1,3 8	1,6 1	1,9 9	2,8 8	2,8 8	3,9 9	5,3

Müasir elektrik süzgəcləri üçün $\frac{W}{V} = 1 + 2 \text{ kC/m}^3$ qəbul edilir. Tsiklonlu kül tutucu qurğular üçün həndəsi parametri yazaq:

$$\Phi_r = \frac{A}{\omega} = \frac{D \pi h n}{D - D_0} = \frac{2 \pi n}{1 - D_0} \quad (6.46)$$

Burada D – tsiklonun yan divarının daxili diametri, m; D_0 – tsiklonun içəri divarının xarici diametri, m; h – tsiklonda fırlanan tüstü qazlarının fırlanma sayılır: praktiki olaraq $n=1$ qəbul edilir. Düsturun sonunda D_0/D nisbəti D_0 ilə əvəz olunmuşdur.

Fərz edək ki, tsiklonlu kül tutucularda həndəsi parametr nisbətən kiçik həddə dəyişir. Demək kül tutmanı yaxşılaşdırmaq üçün bəzi hallarda həndəsi parametrlə təsir etmək lazımdır. Əksər hallarda kinematik parametrlə təsir etməklə tsiklonlu süzgəclərin effektiv işi təmin edilir.

FƏSİL VII İES-LƏRDƏN ATILAN KÜKÜRD VƏ AZOT QAZLARININ AZALDIRILMASI

7.1. Bərk və maye yanacaqların kükürddən təmizlənməsi yolları

Məlum olduğu kimi, İES-lərdən ətraf mühitə atılan texnogen tullantıların tərkibində çoxlu miqdarda kükürd oksidləri olur. Təsadüfi deyil ki, İES ətrafı yaşayış rayonları üçün ən qorxulu zəhərləyici maddələrdən biri SO_2 qazıdır. Tüstü qazlarının tərkibində olan SO_2 qazının miqdarı, yanacağın tərkibindəki kükürdün miqdarı ilə müəyyən edilir. *Bərk yanacaqların kükürddən təmizlənməsi.* Məlumdur ki, kükürdün bərk yanacaqların tərkibində kolçedan, üzvi və sulfat birləşmələri şəklində olur.

Kolçedan şəklində olan kükürdün yanacaqdan daha tez ayırmaq olur. Bunun üçün yanacağı xırdalamaq və sıxlıqlar fərqi ilə istifadə edərək (kolçedan üçün $\rho = 5 \cdot 10^3 \text{ kq/m}^3$ və kömür üçün $\rho = 2 \cdot 10^3 \text{ kq/m}^3$) separasiya yolu ilə kolçedan ayırmaq lazımdır.

Təcrübə göstərir ki, kolçedanlı yanacaqların bu yolla təmizlənməsi daha yaxşı nəticə verir. Moskva ətrafı boz kömürün tərkibində olan kükürdün 25-30%-ni bu yolla xaric etməklə kömürün təmizlənməsi aparılır. Separasiya zamanı kömürdən ayrılan kolçedandan sulfat turşusu almaq üçün xammal kimi istifadə edilir.

Kömür yanacağında üzvi birləşmə və kolçedan halında olan kükürdü ayırmaq üçün hidrotermiki üsuldən istifadə edilir. Burada xırdalanmış kömürü 1,75 MPa təzyiqdə və 300 °C temperaturda avtoklav qurğusunda qələvi məhsulla emal etməklə təmizləmə aparılır.

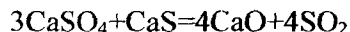
Hidrotermiki üsulla təmizləmə prosesindən sonra kömürün tərkibində qalan kükürdün miqdarı azalır. Qələvi məhlulla emal

olunmuş kömür sentrafuqa qurğusundan keçirilməklə məhluldan ayrılır. Kömürü qurutduqdan sonra yanacaq kimi tələbatçılara göndərilir. Kükürlü qələvi isə karbonat turşusu ilə regenerasiya etməklə kükürd ayrılır. Qələvi məhlulu, təmizləmə prosesində təkrar istifadə etmək üçün o yenidən qurğuya qaytarılır. Hidrotermiki üsuldə, adətən, NaOH və KOH qələvi məhlullarından istifadə edilir.

Kükürlü bərk yanacaqları təmizləmək üçün “qaynayan” əhəngdaşı təbəqəsi üsulundan da istifadə edilir. Bu üsul maye və qaz yanacaqlarının da emal prosesi üçün istifadə edilə bilər. Burada yanacağın yandırılması 900°C temperatura qədər qızdırılmış xırdalanmış əhəng daşı təbəqəsində aparılır.

Əhəng daşının yüksək temperaturda parçalanması nəticəsində CaO və CO₂ qazları alınır. Burada CaO kükürdlə reaksiyaya girərək CaSO₄ duzunu əmələ gətirir. Bu üsulla yanacağın kükürlülüynü 90% aşağı salmaq olur.

Bundan sonra, əhəngin kükürdlə doymuş təbəqəsi pnevmatik nəqli edici vasitəsilə regenerasiya qurğusuna göndərilir. Əhəng təbəqəsi yerləşən şəbəkənin altında temperaturun qiyməti 1000-1500 °C olur. Yanma məhsullarının bura verilməsi əhəng təbəqəsindəki temperaturun 1000-1100 °C qiymətində saxlanmasına kömək edir. Bu proses zamanı aşağıdakı reaksiya baş verir.



Prosesdə qaz şəklində alınan məhsulun tərkibində 10%-ə qədər kükürd anhidridi ola bilər. Kükürd anhidridi sulfat turşusu istehsalı üçün istifadə edilə bilər, regenerasiya olunmuş CaO isə buxar qazının ocağında qoyulan şəbəkəyə qaytarılır. Yanacağın belə üsulla kükürddən təmizlənməsi kükürlü mazut yanacaqları üçün də tətbiq edilə bilər. “Qaynayan” təbəqə üsulu ilə yanacaqların kükürddən təmizləmə üsulunun üstün cəhətləri ilə bərabər, nəzərə çarpan çatışmayan cəhətləri də vardır. Burada prosesi aparmaq üçün xüsusi konstruksiyalı qazanların qurulması tələb olunur, əhəng daşının xırdalanması, kükürd-kalsium birləşmələrinin regenerasiyası, uçan bərk hissəciklərin tutulması və s. üçün əlavə qurğuların quraşdırılması lazım gəlir.

Həm də yanacağın maya dəyəri kəskin artır. Ona görə də bu üsuldə geniş istifadə edilmir.

Maye yanacaqların kükürddən təmizlənməsi. Məlumdur ki, maye yanacaqların keyfiyyəti, əsasən, onların tərkibində olan kükürdün miqdarı ilə müəyyən edilir. Başqa üzvi yanacaqdan fərqli olaraq, neft yanacaqlarındakı kükürd birləşmələri çox mürəkkəb kompleks şəklində olur. Bu kompleks birləşmələr kimyəvi xassələrinə görə qeyri-aktiv, termiki möhkəmliyə görə isə davamlı olur. Ona görə də bu birləşmələri hər hansı turşu və ya qələvi ilə parçalamaq mümkün deyildir.

Maye yanacaqların kükürddən təmizlənməsi yüksək temperaturun və yaxud da temperaturla kimyəvi maddələrin birgə təsiri ilə aparıla bilər. Xam nefti yüksək temperaturda emal edərkən, əvvəlcə onun yüngül fraksiyaları ayrılır. Yüksək fraksiyalar ayrılan zaman az da olsa özləri ilə müəyyən miqdarda kükürd apara bilər.

Analiz göstərir ki, emal prosesi zamanı kükürdün əsas hissəsi, yəni 70-90%-i qalıq məhsulu olan mazutun və qaynama temperaturu böyük olan başqa fraksiyaların tərkibində qalır. Maye yanacaqların kükürddən təmizləyici üçün hidrotəmizləmə üsulundan da istifadə edilir. Bu üsulun üstünlüyü ondan ibarətdir ki, burada hidrogen ilə kükürdün üzvi qatışıqları arasında gedən qarşılıqlı təsir nəticəsində sorbentlər tərəfindən çox asan udula bilən H₂S qazı əmələ gəlir.

Hidrotəmizləmə prosesi, molibden, kobalt və ya nikel katalizatorlarının tətbiqi ilə 10 MPa təzyiq və 300-450°C temperatur şəraitində aparılır.

Neftin distillat fraksiyasının hidrotəmizləmə üsulu ilə emalı hərtərəfli öyrənilmiş və onun iqtisadi üstünlüyü təsdiq edilmişdir. Lakin neftin qalıq fraksiyalarının, yəni mazutun bu üsulla təmizlənməsi çox mürəkkəb fiziki proseslə əlaqədar olduğu üçün onların təmizlənməsi başqa üsulla aparılır. Burada fraksiyaların tərkibində olan üzvi metal birləşmələri katalizator materiallarını zəhərləyərək onların tez sıradan çıxmasına səbəb olur. Bundan başqa, prosesi aparmaq üçün çoxlu miqdarda hid-

rogen tələb olunduğundan əlavə hidrogen qurğularının qurulması lazım gəlir. Bu da nəticədə yanacağın emal prosesinin başa başa gəlməsi səbəb olur.

Ümumiyyətlə, maye yanacaqların kükürddən təmizlənməsi böyük kapital qoyuluşu ilə əlaqədardır. Belə ki, kükürdün hər 0,5% azaldılması mazutun hər tonunun qiymətini 3 manat artırmış olur. Qazan yanacaqlarında kükürdün 2,5%-dən 0,5%-ə salınması yanacağın qiymətini iki dəfə artırmış olur. Ona görə də, praktiki olaraq yanacağın yanma prosesindən qabaq kükürddən təmizlənməsi ancaq böyük şəhərləri İEM-də atmosferin çox çirklənməsinin qarşısını almaq üçün aparıla bilər.

7.2. Tüstü qazlarının kükürd oksiddən təmizlənməsi

Adətən, mazut yanacağı yandırılan zaman onun tərkibində olan kükürdün hamısı SO_2 və SO_3 şəklinə keçir. Bərk yanacaqlar yananda isə kükürdün 95%-i oksid şəklində və 5%-i kolçeedən və başqa birləşmələr şəklində olur.

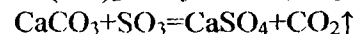
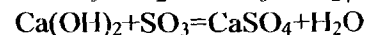
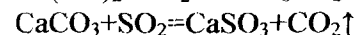
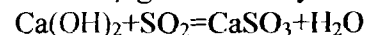
Yanma prosesindən sonra əmələ gələn kükürd oksidinin 95-99%-i SO_2 və 1-5%-i SO_3 şəklində olur. SO_3 qazının az olmasına baxmayaraq qaz yolunun və kül tutucu qurğularının etibarlı işini təmin etmək üçün SO_2 ilə SO_3 arasında olan nisbətə nəzərə alınmasının böyük əhəmiyyəti vardır. Belə ki, tüstü qazında olan SO_3 -ün konsentrasiyası, şəh nəqtəsinin temperaturuna və bu da, öz növbəsində konvektiv qızma səthlərinin, tüstü soranın və tüstü borusunun korroziya və eroziya prosesinə çox təsir edir, Həm də tüstü qazları ilə itən istilik də artır.

Yuxarıda göstəriləyi kimi, yanacağın emalı zamanı onun tərkibindəki kükürd hidrogen sulfid qazına çevrilir. Hidrogen sulfid qazının tutulması isə xüsusi sorbentlər vasitəsilə aparılır. Emal prosesindən fərqli olaraq yanma prosesində, kükürd qazları əmələ gəlir və H_2S -dən fərqli olaraq, SO_2 və SO_3 qazları sorbentlərlə yaxşı udula bilmir.

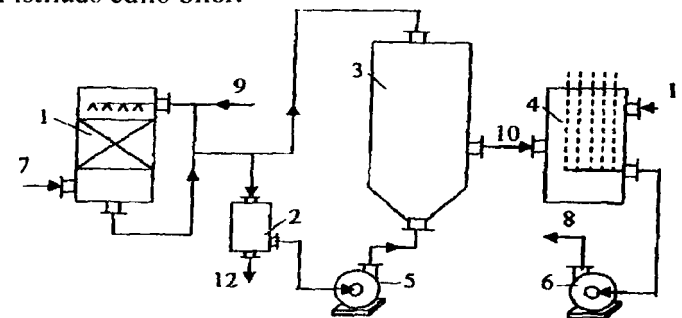
Kükürd qazlarını tutmaq üçün ən sadə üsul tüstü qazlarının

su ilə görüşməsidir. Yəni tüstü qazları su ilə görüşdükdə kükürd qazları suda həll olaraq turşu məhluluna çevrilir. Lakin təcrübə göstərir ki, SO_2 qazının su ilə udulması pis gədir. Bununla əlaqədar olaraq, SO_2 qazını tutmaq üçün qələvi məhlullardan istifadə edilir.

Tüstü qazlarını SO_2 qazından təmizləmək üçün daha çox əhəng daşından və ya əhəng suspenziyasından istifadə edilir. İri kapitalist ölkələrdə tüstü qazlarının təmizlənməsi əhəng və əhəng daşı ilə aparılır. Keçmiş ittifaqda əhəng üsulu ilə sənaye-təcrübə qurğusu sınaqdan keçirilmiş və müsbət nəticələr alınmışdır. Tüstü qazları əhəng suspenziyası ilə görüşdükdə SO_2 qazının həll olması ilə bərabər turşu maddələrinin də neytrallaşması gədir. Əhəng və əhəng daşı suspenziyası ilə təmizləmə prosesində aşağıdakı reaksiyalar gədir:



Nəticədə kalsium sulfat və sulfat birləşmələri əmələ gəlir. Bundan əhəng suspenziyasını regenerasiya etmək üçün xammal kimi istifadə edilə bilər.



Şəkil 7.1. Tüstü qazlarının SO_2 -dən təmizlənmə qurğusunun sxemi: 1-absorbet; 2-süzgəc; 3-durulducu; 4 - aerofot; 5 - şlam nasosu; 6 - hava nasosu; 7 - tüstü qazlarının giriş xətti; 8 - təmizlənmiş tüstü qazlarının çıxış xətti; 9 - su xətti; 10 - əhəng suspenziyası; 11 manqan sulfatın verilmə xətti; 12 - şlamın xaric edilmə xətti;

7.1. sayılı şəkildə bərk yanacaqlarla işləyən buxar qazanlarının tüstü qazlarının təmizlənməsi sxemi verilmişdir burada tüstü qazlarının kükürd qazından təmizlənməsi, tüstü sorandan sonra qoyulmuş skrubberdə aparılır. Sulama məqsədi ilə xırdalanmış əhəng daşının suspenziyasından istifadə edilir.

Tüstü qazları suspenziya ilə görüşdükdə onların temperaturu 130-720 °C-dən 30-35°-yə qədər azalır. Bu isə tüstü qazlarında zərərli maddələrin atmosfer qatlarına yayılmasına çox çətinləşdirir. Ona görə də, belə təmizləmə sxemlərindən sonra tüstü qazlarının yenidən qızdırılması aparılır. Qızdırıcı aparat təmizləyici qurğudan sonra qoruyur. Burada tüstü qazlarının qızdırılması qaz və ya maye yanacaq hesabına aparılır.

Təcrübə göstərir ki, tüstü qazlarının bu yolla qızdırılması üçün tələb olunan istilik buxar qazlarında yandırılan yanacağın istiliyinin 3%-ni təşkil edir.

Adətən işlənmiş suspenziya məhsulu skrubberdən çıxan zaman turş olur. Belə halda, turş suspenziya işlənməmiş suspenziya ilə neytrallaşdırılır. Neytrallaşdırma ayrıca çəndə aparılır.

Təmizləmə prosesindən sonra işlənmiş məhsulu xarici su hövzələrinə atmamışdan qabaq manqan sulfat ilə də emal etmək lazımdır. Burada əsas məqsəd məhsulun tərkibində olan kalsium sulfat duzlarını çökdürməklə onların xarici su hövzələrinə düşməsinin qarşısını almaqdan ibarətdir.

Təmizləyici qurğuda, əhəngin sərfini aşağıdakı düsturla təyin etmək olar:

$$G_{CaCO_3} = \mu_1 B \frac{SO_2}{100} \cdot \frac{\eta}{K_{CaCO_3} \cdot K}; \text{ kq/san (7.1)}$$

Burada μ - $CaCO_3$ -ün molekulyar kütləsi ilə SO_2 - nin molekulyar kütləsi arasındakı nisbət. $\mu_1 = 3,128$, B – yanacaq sərfi, kq/san; η - tüstü qazlarının SO_2 -dən təmizləmə dərəcəsi, adətən $\eta = 0,9$ qəbul edilir, K_{CaCO_3} - təbii əhəng daşının tərkibin-

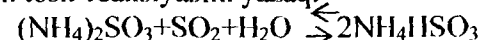
dəki $CaCO_3$ – ün miqdarı, K_{CaCO_3} - əhəng daşının istifadə edilmə əmsəlidir. Təmizləmə prosesində alınan quru bərk tullantıların miqdarı isə aşağıdakı düsturdan təyin olunur:

$$G_7 = G_{CaCO_3} \left[K(\mu_2 + \frac{1}{K} - 1) \right]; \text{ kq/san (7.2)}$$

Burada μ_2 - gipsin molekulyar kütləsinin əhəng daşının molekulyar kütləsinə olan nisbətidir. $\mu_2 = 1,72$. Hesablanma zamanı (7.2) düsturunda kalsium sulfatın tam oksidləşərək kalsium sulfata çevrilməsi nəzərdə tutulmuşdur.

Əhəng və ya əhəng daşı suspenziyası ilə təmizləmə üsulu, kapital qoyuluşun nöqtəyi-nəzərdən çox əlverişli sayılır. Lakin, burada təmizləmə prosesində alınan kimyəvi məhsullardan istifadə etmək mümkün deyildir.

Tüstü qazlarını kükürd oksidindən təmizləmək üçün ammonyak absorbentlərindən də istifadə edilə bilər. Ammonyak absorbentlərinin köməyi ilə SO_2 qazının 80 %-ni tutmaq mümkündür və tutulan kükürdü sulfat turşusu istehsalında istifadə etməklə çəkilən xərclərin müəyyən hissəsini ödəmək olur. Burada SO_2 -nin tutulması tüstü qazlarının 30-35 °C-ə qədər soyudulması ilə mümkündür. Ammonium sulfit ilə SO_2 arasında gədən qarşılıqlı təsir reaksiyasını yazaq:



Reaksiyanın getməsi üçün tüstü qazlarının temperaturu 50 °C -dən çox olmamalıdır. Reaksiyada alınan turş ammonium bisulfid duz məhlulu regenerator qurğusuna verilir və qaynama temperaturuna qədər qızdırılır. Bu zaman ammonium sulfit və SO_2 qazı alınır. Ammonium sulfit məhlulu soyudulduqdan sonra onu təmizləmək üçün tüstü qazları yenidən skrubberə qaytarılır, SO_2 qazı isə sulfat turşusu istehsalına göndərilir.

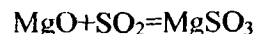
Ammonyak absorbentləri ilə təmizləmə üsulunun bir sıra mənfi cəhətləri vardır. bunlardan ən başlıcası tüstü qazlarının 40-50 °C-yə qədər soyudulmasıdır. Soyudulma suyun tüstü

qazlarına çilənməsi ilə aparılır. Soyudulma aparılan zaman işlənmiş suyun temperaturu 50 °C –yə qədər arta bilər. Belə suyu yalnız soyutduqdan sonra su hövzələrinə atmaq olar. Bundan başqa, təmizləmə prosesindən sonra tüstü qazlarını yenidən qızdırmaq lazımdır. Əks halda, tüstü qazlarının tüstü borusuna hərəkəti pisləşir və zərərli maddələrin atmosferdə yayılması çətinləşir.

7.3. İES-lərin tüstü qazlarının maqnezium üsulu ilə kükürd qazından təmizlənməsi

Son zamanlar tüstü qazlarının kükürd anhidridindən təmizlənməsi sahəsində bir neçə effektiv üsullar işlənmişdir. Bunlardan biri də maqnezium üsuludur. Maqnezium üsulu ilə təmizləmə prosesinin aparılması üçün maqnezium oksidinin suspenziyasından istifadə edilir.

Suspenziyanın tüstü qazlarına çilənməsi zamanı MgO ilə SO_2 qazı arasındakı qarşılıqlı təsir reaksiyası aşağıdakı kimi gedir:



Maqnezium sulfid su və kükürd anhidridi ilə görüşdükdə turş duza çevrilir:



Reaksiyada alınan maqnezium bisulfid duzunun turşluğunu neytrallaşdırmaq üçün bu məhsula maqnezium oksidi verilir. Bu zaman aşağıdakı reaksiya gedir:



Burada yanma nəticəsində alınan maqnezium, tüstü qazlarının təmizlənməsi prosesində, kükürd anhidridi ilə sulfat turşusu istifadə edilir.

Tüstü qazlarının təmizlənməsi, əsasən, sulanan skrubberlərdə aparılır. Skrubberdə çıxan işlənmiş məhlulun əsas tərkibi $Mg(HSO_3)_2$ -dən ibarətdir. Maqnezium bisulfid duzunun qatılığı 5-7% ola bilər. Bu məhsul skrubberdən çıxdıqdan əvvəlcə dövr

edən məhlulun tutumuna yığılır. Sonra bir hissəsi basqı çəninə və oradan da skrubberə verilir, bir hissəsi isə $MgSO_3$ almaq üçün neytrallaşdırıcıya göndərilir. Neytrallaşma prosesindən sonra, maqnezium sulfiti ayırmaq məqsədilə məhlulu hidrosiklona verirlər. Hidrosiklonda ayrılmış $MgSO_3$ əvvəlcə lentvari vakuum süzgəcinə və sonra yandırıcı sobaya daxil olur. Sobada aparılan yanma nəticəsində maqnezit və SO_2 qazı alınır.

Maqnezit tüstü qazlarının təmizlənməsinə, SO_2 qazı isə sulfat turşusu istehsalına göndərilir.

Təcrübə göstərir ki, maqnezit üsulu ilə tüstü qazlarının tərkibində olan SO_2 qazının konsentrasiyasını 0,03%-ə qədər azaltmaq olur, tüstü qazlarının təmizləmə dərəcəsi isə 90-92%-ə çatır.

Qeyd etmək lazımdır ki, maqnezit üsulu ilə təmizləmə prosesinin böyük üstünlükləri vardır. Məsələn, tüstü qazlarının yüksək dərəcədə təmizlənməsini aparmaq mümkündür. Təmizləmə prosesini aparan zaman tüstü qazlarının soyudulması lazım gəlir. Maqnezit nəql olunması asan olduğu üçün maqnezium sulfidin yandırılması İES-dən kənarda, yəni kimyəvi zavodlarda aparılır və s.

7.4. Piroliz üsulu və onun əhəmiyyəti

Kükürdün maddələri mazut tərkibində çox mürəkkəb üzvi birləşmələr şəklində olur. Onların mazutdan xaric edilməsi mazutun aqreqat halının dəyişilməsi yolu ilə mümkündür. Bu halda mazut yeni qaz yanacağına çevrilmiş olur.

Əgər mazut emalı 700-1000 °C temperaturunda oksidləşdirici verilmədən aparılarsa, bu prosesə piroliz üsulu ilə emal prosesi deyilir.

Mazutun piroliz üsulu ilə emalı onun hər hansı bir istilik daşıyıcısına çilənməsi yolu ilə aparılır. Bu zaman istilik daşıyıcısı hərəkət edən və ya hərəkət etməyən ola bilər.

İstilik daşıyıcısı kimi xırdalanmış və ya toz şəklində olan

koks qırıntılarından, kvars qumundan və su buxarından istifadə edilə bilər. Dənələrin ölçüləri, hərəkət edən bərk istilik daşıyıcıları üçün 3-5 mm, hərəkət etməyən istilik daşıyıcıları üçün isə 10 mkm və ondan kiçik də götürülə bilər.

Ümumiyyətlə mazutun piroliz üsulu ilə emalı borulu sobalarda, fasiləli hərəkət edən və taxmaları olan mazut emalı qurğularında və s.-də aparılır. Praktikada əsasən, hərəkət edən və etməyən bərk istilik daşıyıcı qurğulardan istifadə edilir.

Keçmiş ittifaqda tədqiqatçılar istilik daşıyıcısı qumdan ibarət olan yarım sənaye qurğusunda sınaq işləri apararaq, mazutun kükürddən təmizlənməsi dərəcəsi müəyyən etmişlər. Burada mazut qızdırıldıqdan sonra forsunkaya verilir və buxar-qum qatışıqları ilə birlikdə 850-900 °C temperaturda pnevmatik boruya daxil olur. Pnevmatik borudan çıxan zaman buxar-qum və ya qaz halına keçmiş mazutun temperaturu 700 °C-yə enir. Bu üsulda mazutun 50%-ni qaz yanacağına çevirmək olur, kükürd isə H₂S şəklində qaz yanacağından xaric edilir.

Rusiya EA Neft-Kimya Sintezi İnstitutunun əməkdaşları yeni yüksək sürətli piroliz üsulu işlənmiş və sınaqdan keçmişlər. Yüksək sürətli piroliz üsulundan istilik daşıyıcısı kimi diametri 0,1-0,2 mm olan koks dənələrindən istifadə edilmişdir. Bu prosesdə 760-920 °C temperatura qədər qızdırılmış mazut istilik daşıyıcısı ilə birlikdə reaktora verilir və burada istilik daşıyıcısı ilə mazutun götürülməsi 0,02-0,4 san. olur. Reaktorun çıxışında temperaturun qiyməti 660-700 °C-yə düşür. Nəticədə reaktorda alınan qaz yanacağı H₂S-dən və başqa qatışıqlardan təmizləndikdən sonra energetik yanacaq kimi istifadə olunur. Mazutun qatran şəklində qalan maye kondensatı soyuduqda yüngül və ağır fraksiyalardan ibarət məhsullar alınır. Yüngül fraksiyalar (benzol və s.) kimyəvi xammal kimi istifadə olunur, ağır fraksiyalar isə təkrar emal üçün piroliz prosesinə qaytarılır. Bu zaman əlavə olaraq, yanma istiliyi 11,7 mC/m³ olan əlavə qaz yanacağı almır. Bu yanacaq da kükürddən təmizləndikdən sonra energetik yanacaq kimi istifadə edilir.

Yüksək sürətli piroliz üsulu ilə emal prosesində, mazutun 58%-ni yüksək enerjili qaz yanacağına çevirmək mümkün olur.

Piroliz üsulu ilə emal prosesinin bir sıra üstünlükləri vardır. Belə ki, bu üsuldan alınan qaz yanacağının istilik törətmə qabiliyyəti çox və onun tərkibində olan hidrogen sulfidin qatılığı böyük olur. Bundan başqa, emal prosesində əlavə olaraq qiymətli bərk və maye məhsullar da alınır. Lakin piroliz üsulunun özünəməxsus mənfi cəhətləri vardır: emal texnologiyası və əsas aparatların konstruksiyaları mürəkkəb olduqlarından onların istismarı çətinidir (K.M.Abdullayev, C.Ə.Şahmarov, Y.H.Yaqubov, 1992).

7.5. Mazut yanacağının qazlaşdırılma üsulu və emalı

Mazut yanacaqlarının kükürddən təmizlənməsi prosesi mazutun maya dəyərinin artmasına böyük təsir edir. Bununla əlaqədar olaraq həm Keçmiş ittifaqda və həm də xarici ölkələrdə iqtisadi cəhətdən əlverişli olan yeni texnologiyaların işlənməsi sahəsinə geniş axtarışlar aparılır. Hazırda mazutun qazlaşdırma üsulu ilə emalı daha geniş yayılmış proseslərdən biridir.

Əgər mazutun emalı 900-1300 °C temperaturda katalizatorun iştirakı ilə aparılarsa, bunu qazlaşdırma üsulu ilə emal prosesi deyilir.

Adətən, mazutun qazlaşdırma üsulu ilə emalı hava oksigen üfürmə yolunda aparılır. Burada oksigenlə gedən reaksiya nəticəsində qaz yanacağın əsas yanma kütləsini təşkil edən metal və onun homoloqları ilə bərabər karbon oksidi və hidrogen də əmələ gəlir. Kükürd isə H₂S şəklində olduğundan qaz yanacağından çox asanlıqla xaric edilir.

Tədqiqatçılar 0,5-2 mPa təzyiq altında işləyən yeni qazlaşdırma qurğusu yaratmışlar. Həmin qurğunun sxemi 7.2 sayılı şəkildə göstərilir. Bu qurğuya mazutun emal prosesi buxar-oksid üfürmə yolunda aparılır və nəticədə tərkibində 90%-ə ya-

[illegible]

1-mazut nasosu; 2-mazut qızdırıcı; 3-resiv; 4-forsunka; 5-qaz generatoru; 6-kül ayırıcı qurğu; 7-skrubber; 8-durulducu; 9-su nasosu

Mütəxəssislər mazutun hava üflürülməsi üsulu ilə qazlaşdırılmasının yeni qurğusunu işləmişlər (şəkil 7.3).

148

Çökdürücüdə ayrılan qurumun bir hissəsi tullanılır, o biri hissəsi isə təkrar qazlaşdırma prosesinə qaytarılır. Belə qazlaşdırma üsulunun əsas mənfə cəhəti, alınan qaz yanacağıının yanma istiliyinin az olmasıdır. Buna baxmayaraq alınan qaz yanacağı energetik yanacaq kimi geniş istifadə oluna bilər.

[illegible]

1-kompresor; 2-reaktor qazifikator, 3-; 4-qaz-qaz istilik mübadilə qurğusu; 5-qaz yanacağı qurum və küldən təmizləyən qurğu; 6- işlənmiş suyun duruldukları üçün tutum; 7-yuyucu suyun dövrən nasosu; 8-qaz yanacağı H_2S -dən təmizləyən qurğu; 9-qaz turbini; 10 – buxar qazanı; 11 – baraban; 12 – dövrən nasosu

İstilik itkisinin bir hissəsi isə qazın soyuması zamanı baş verir.

Mazutun qazlaşdırma üsulu ilə emalı zamanı, onun malik olduğu kimyəvi enerjisinin yalnız 70%-i qazlaşdırma məhsullarının istilik enerjisinə çevrilir, 25%-i isə qazanutilizator qurğusuna və qazanda yanma prosesində istifadə edilir.

Qeyd etmək lazımdır ki, qazlaşdırma prosesində mazutdan ayrılan kükürdün sulfat turşusu istehsalında istifadə edilməsi, emal prosesinə çəkilən xərclərin bir hissəsini ödəmiş olar.

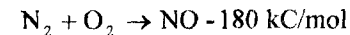
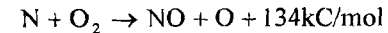
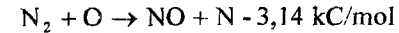
7.6. İES-lərdən ayrılan buxar qazlarında azot oksidlərinin yaranması şəraiti

Məlum olduğu kimi, azot oksidi çox qorxulu zəhərləyici qazlardan biridir. Onun hava hövzəsində az miqdarda olması belə nəfəs yollarının möhkəm qıcıqlanmasına səbəb olur, avadanlıqlara və metallara dağıdıcı təsir göstərir, havada tutqunluq yaratmaqla görməni pisləşdirir. Azot qazının əsas xüsusiyyəti ondadır ki, o yanacaq növlərindən asılı olmayaraq, bütün yanma proseslərində əmələ gələ bilər.

Qeyd etmək lazımdır ki, azot oksidinin zəhərləyici təsir dərəcəsini nəzərə alaraq onun üçün çox kiçik buraxıla bilən konsentrasiya həddi (BBKH) verilmişdir. Təsadüfə deyildir ki, onun BBKH-ı kükürd qazının BBKH-dan 6 və karbon-4-oksidi- nin BBKH-dan 30 dəfə çoxdur.

Azot oksidinin (NO) yaranması, ocağa verilən işçi yanacağın tərkibində olan azotun və yanma prosesinə verilən havanın gətirdiyi azotun oksidləşməsi nəticəsində gedir. Analiz göstərir ki, azot qazı ocağın mərkəzində yüksək temperatur şəraitində gedən yanma prosesi nəticəsində əmələ gəlir. Eyni zamanda bu proseslə az da olsa oksidləşmə nəticəsində NO və N₂O₄ qazları da əmələ gəlir.

NO qazının əmələ gəlməsi iki pilləli reaksiya ilə gedir:



Bu reaksiyalar göstərir ki, azot oksidinin əmələ gəlməsi yüksək temperatur şəraitində azot və oksigen molekullarının parçalanaraq, atom halına keçməsi nəticəsində baş verir. Əmələ gələn azot qazlarının 95%-i azot oksidi şəklində olur. NO qazının NO₂ şəklinə keçməsi üçün NO qazı oksidləşməlidir. Bu isə aşağı temperatur mühitində nəzərə çarpan vaxt ərzində mümkündür. Real şəraitdə, tüstü qazlarının temperaturu və sürəti böyük olduğundan qaz yolunda NO qazı oksidləşə bilmir. Bununla əlaqədar olaraq, NO₂-nin əmələ gəlməsi əsasən tüstü qazlarının atmosferə atılması zamanı baş verir.

Ümumiyyətlə, yanma məhsulunda NO qazının qiyməti ocaq kamerasında temperaturun və havanın artıqlıq əmsalının qiymətindən asılıdır.

Azot qazının yaranma səbəbləri həm nəzəri, həm də praktiki cəhətdən N.N. Semyonov, Y.B. Zeldoviç və D.A. Frank-Kamenski tərəfindən öyrənilmişdir. No qazının hesabı NO₂-yə görə aparılır. NO₂ qazının təyin etmək üçün Akademik Y.B. Zeldoviç aşağıdakı düsturu vermişdir:

$$c_{\text{NO}_2} = 6,4 \sqrt{c_{\text{N}_2} \cdot c_{\text{O}_2}} \exp\left(-\frac{90 \cdot 10^3}{RT}\right) \quad (7.3)$$

Burada $c_{\text{N}_2} \cdot c_{\text{O}_2}$ - azot və oksigenin konsentrasiyası, q/m; R – universal qaz sabiti; $R=8,3 \cdot 10^3 \text{ C/mol}$, T – ocağın mərkəzində temperaturdur.

Əgər normal şəraitdə havadakı oksigenin konsentrasiyasını $c_{\text{O}_2}=300 \text{ Cq/m}^3$ və azotun konsentrasiyasını $c_{\text{N}_2}=1000 \text{ C/m}^3$ qəbul etsək, onda (7.3) düsturunu aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$c_{\text{NO}_2} = 2500 \exp\left(-\frac{10,8 \cdot 10^3}{T}\right) \quad (7.4)$$

Aldatən, qazan qurğularının ocaqlarında oksigenin konsentrasiyası əvəzinə havanın artıqlıq (a) əmsalından istifadə edilir.

Havanın artıqlıq əmsalı ilə oksigenin konsentrasiyası arasında aşağıdakı asılılıq vardır:

$$c_{O_2} = 300 \frac{(\alpha - 1)V^0}{V_2}, q / m^3 \quad (7.5)$$

Burada V^0 - 1 kq yanacağı $a=1$ qiymətində tam yandırmaq üçün tələb olunan quru havanın nəzəri həcmi m^3/kq V_2 - 1 yanacağın $a=1$ qiymətində tam yanması zamanı əmələ gələn tüstü qazların həcmidir. m^3/kq tüstü qazlarının həqiqi həcmi V_2 $a < 1$ qiymətində aşağıdakı düsturdan tapıla bilər:

$$V_2 = V_2^0 + (\alpha - 1)V^0 \quad (7.6)$$

Burada $V_2 - \alpha = 1$ qiymətində tüstü qazlarının həcmidir; m^3/kq . Bu qiyməti (7.5) düsturunda yerinə yazsaq:

$$c_{O_2} = 300 \frac{(\alpha - 1)V^0}{V_2^0 + (\alpha - 1)V^0} \quad (7.7)$$

(7.7) düsturundan bərabərliyin sağ tərəfindəki kəsrin sürəti və məxrəcini V^0 -a bölsək belə olar:

$$c_{O_2} = 300 \frac{(\alpha - 1)}{\frac{V_2^0}{V^0} + (\alpha - 1)}$$

Burada $\frac{V_2^0}{V^0} = \Delta\alpha_2$ işarə edib, adına tam yanma zamanı tüstü qazlarının nəzəri həcmnin havanın nəzəri həcminə nisbətən artmasını nəzərə alan əmsal desək (7.7) tənzili

$$c_{O_2} = 300 \frac{\alpha - 1}{\alpha + \Delta\alpha_2} \quad (7.8)$$

Daş kömürlər üçün $\Delta\alpha_2 = 0,04 - 0,1$; boz kömür üçün $\Delta\alpha_2 = 0,15 - 0,2$; Mazut üçün $\Delta\alpha_2 = 0,075$ və təbii qaz yanacaqları üçün $\Delta\alpha_2 = 0,125$ qəbul edilir.

Nəticədə, azot qazının konsentrasiyasının hesablama düsturu aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$c_{NO_2} = 2500 \sqrt{\frac{\alpha - 1}{\alpha + \Delta\alpha_2}} \exp\left(-\frac{10,8 \cdot 10^3}{T}\right) \quad (7.9)$$

Bu düsturda T , ocaqda məşəlin mərkəzinin temperaturundan asılıdır. Məşəlin mərkəzinin temperaturu isə öz növbəsində tüstü qazların adiabatik temperaturu T_a ilə bağlıdır. Ocağa verilən isti havanın qaz yolundan ocağa qaytarılan tüstü qazlarının istiliklərini nəzərə alaraq T_a aşağıdakı ifadədən təyin edə bilərik:

$$T_a = 213 \frac{Q_d 100 - q_3 - q_4 - q_6 + Q_h + rJ_T}{10^3 - q_{(V_T c_T)_a}} \quad (7.10)$$

Burada q_3, q_4, q_6 - kimyəvi, mexaniki natamam yanma prosesinin fiziki istilik itkiləri, faiz, Q_h - ocağa verilən havanın istiliyi, mC/kq , r - tüstü qazlarının ocağa qaytarılma əmsalı, J_2 - tüstü qazlarının ensalpiyasıdır, kC/kq , c_T - tüstü qazlarının istilik tutumudur, kC/kq , K ,

Lakin qeyd etmək lazımdır ki, məşəlin mərkəzindəki temperaturun dəqiq ölçülməsi praktiki olaraq çox çətindir. Ona görə də (7.9) düsturundan istifadə etmək mümkün deyildir. Bununla əlaqədar olaraq, İ.Y. Siqal məhsuldarlığı 17-260 kq/san olan 37 buxar qazında təcrübə apararaq NO_2 qazının miqdarını hesablamaq üçün aşağıdakı empirik düsturu vermişdir.

$$C_{NO_2} = 0,16 D_e^{0,8} \cdot q^{0,5} \cdot \alpha_{oc}^3 \quad (7.11)$$

Burada D_e - ocağın ekvivalent diametri, m, q - ocağın həcmi istilik gərginliyi, MVt/m^3 α_{oc} - ocaqda havanın artıqlıq əmsalıdır.

AŞ tipli yanacaqların tüstü qazlarında NO_2 qazının orta konsentrasiyası $0,5 q/m^3$ olur. Qeyd etmək lazımdır ki, Kanakovski DRES-də aparılan təcrübələrin nəticələri daha maraqlıdır. Təcrübə zamanı dəqiq müəyyən edilmişdir ki, ocaqda havanın artıqlıq əmsalının 1-dən 1,06-a qədər artması NO_2 qazının xeyli artmasına səbəb olur. Məsələn, tsiklonu

yandırma üsulunda, azot qazının konsentrasiyası 0,38-0,95 q/m³ məşəl üsulu ilə yandırma prosesində 0,75 – 0,93 q/m³ olur.

7.7. Azot oksidinin əmələ gəlməsinin azaldılması

Tüstü qazlarında olan azot qazının konsentrasiyası kükürd anhidridindən fərqli olaraq, yanma prosesinin təşkilindən asılıdır. Azot qazının əmələ gəlməsi, ocağa verilən oksigenin miqdarından və məşəlin mərkəzinin temperaturundan asılıdır.

Ona görə də, atmosfərə atılan NO₂ qazının qarşısını almaq üçün onların məşəlin mərkəzində yanmasının qarşısını almaq lazımdır. Bunun üçün bir neçə üsullar işlənmişdir.

1. *Ocağa verilən artıq havanın artırılması.* Ocaqda artıq havanın azaldılması oksigenin azaldılması deməkdir. Bu isə azotun oksidləşərək NO-ya çevrilməsini xeyli azaltmış olur. Lakin bu üsulla azot oksidinin azalması az gedir. Həm də bəzi əlavə problemlərin həll edilməsini tələb edir. Məsələn, bütün odluqlarda havanın doza ilə verilməsi dəqiq aparılmalıdır, ocağa xaricdən hava sorulmamalıdır və s.

2. *Tüstü qazlarının bir hissəsinin ocaq kamerasına qaytarılması.* Tüstü qazlarının bir hissəsinin ocağa qaytarılmasını təşkil etmək üçün su ekonomayzerindən sonra dövr etdirici tüstü soran nasos qoyulur. Ocağa verilən tüstü qazlarının temperaturu 300-400 °C olur. Bu prosesdə tüstü qazlarının ocağa verilmə üsulunun böyük təsiri vardır. Yəni tüstü qazı odluq altı şlislərdən odluq ətrafı üzükvarı kanaldan və odluqdan qabaq üfürülən hava selinə verilə bilər. Bunlardan ən əlverişlisi axırncı üsuldur. Bu üsul ilə NO qazının əmələ gəlməsini 40-50% azaltmaq olur.

Tüstü qazlarının qazan ocağına qaytarılması, yanma temperaturunu azaltmaqla bərabər məşəlin mərkəzində oksigenin azalmasını da təmin edir. Yanma sürətinin azalması və alışma zonasının uzadılması bu zonanın ocaq ekranları ilə effektiv so-

rulmasına səbəb olur. Bunun nəticəsində də məşəlin mərkəzinin temperaturu aşağı düşür, oksigen və azot molekullarının parçalanması azalır (yəni azot oksidinin əmələ gəlməsi xeyli azalır). Lakin qeyd etmək lazımdır ki, tüstü qazlarının ocağa qaytarılmasının təşkili bir sıra çətinliklərlə əlaqədardır. Burada nisbətən yüksək temperaturlu küllü qazlarla işləyə bilən xüsusi tüstü soran nasosların qurulması tələb olunur, elektrik enerjisinin xüsusi sərfi artır, ən başlıcası isə tüstü qazları qaytarılan zaman qaz yolunun müqaviməti daha da artır və nəticədə yanma prosesi pisləşir. Tüstü qazlarının bir hissəsinin ocaq kamerasına qaytarılması qızışmış buxarın temperaturuna təsir edir. Əvvəllər bu üsuldən qızmış buxarın temperaturunu tənzimləmək üçün istifadə olunurdu. Belə qurğuları olan buxar qazlarında az texnoloji dəyişiklik aparmaqla NO qazının əmələ gəlməsini də azaltmaq olur.

Şəkil 7.4-dəki tüstü qazlarının bir hissəsini ocaq kamerasına qaytarılması üsulunun azot qazının əmələgəlməsinə təsiri ayrıləri verilmişdir. Bu qrafiklərdən görünür ki, tüstü qazlarının odluqdan qabaq ocağa verilən hava ilə qarışdırılması üsulu azot qazının əmələ gəlməsinə böyük təsir göstərir.

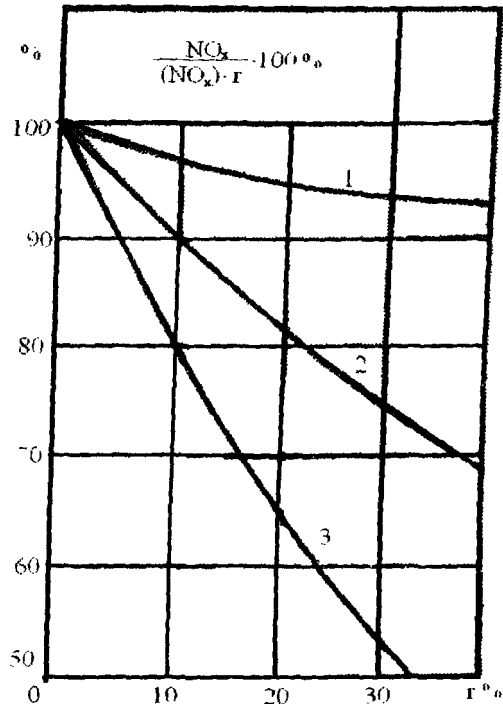
3. *Yanacaqın ikipilləli yandırılması.* Qazın ocaqlarında NO qazının yaranmasına qarşı aparılan ən mütərəqqi üsullardan biri yanacağın iki pilləli yandırılmasıdır (şəkil 7.5). Bu üsulla yanmanın birinci zonasına yanma tələb olunan havanın nəzəri miqdarından az hava verilir ($\alpha=0,8-0,95$). Buna görə də birinci zonada yanacağın natamam yanması və qismən qazlaşması (qazifikasiyası) baş verir və nəticədə temperaturu azalması səbəbindən NO qazının yaranması azalır.

Yanmanın ikinci zonasına təkcə hava və yaxud az miqdarda yanacaq ilə hava qarışığı verilir ki, bu da natamam yanma məhsullarındakı yanar qazların yanmasını təmin edir. Birinci zonada istiliyin ekran borularına verilməsi nəticəsində tüstü qazlarının temperaturu azalır və bu da yanma prosesinin son mərhələsinin nisbətən aşağı temperaturlarda baş verməsini

təmin edir.

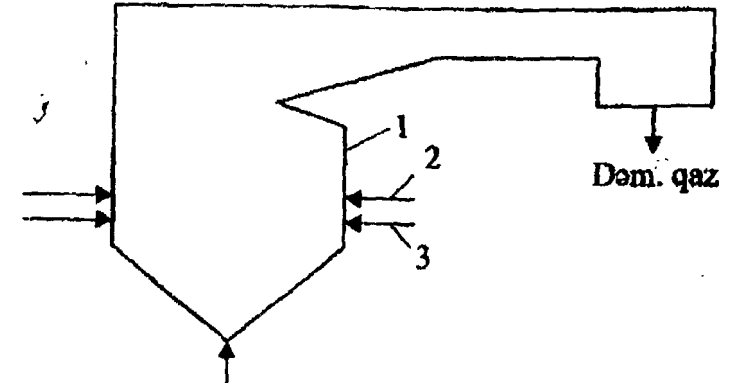
Qeyd olunmuş proses əsas olduqların havanın artıqlıq əmsalının vahidın kiçik qiymətlərində işlədilən zaman daha yaxşı keçir.

“E_n – 480/140 QM” (TQM-96) tipli buxar qazanlarında aparılan təcrübələr göstərmişdir ki, təbii qazla işləyən zaman NO qazının əmələ gəlməsini bu üsulla iki dəfə, mazutla işlədikdə isə buxar qazanlarında NO qazının yaranmasını 35% azaltmaq mümkündür.



Şəkil 7.4. Tüstü qazlarının ocağa qaytarılması və verilməsi üsulunun NO qazının əmələgəlməsinə təsiri

1 – tüstü qazlarının soyuq qıfdan verilməsi; 2 – tüstü qazlarının soyuq qıfdan və odluq altı şisdən verilməsi; 4 – tüstü qazlarının hava ilə birlikdə odluqdan verilməsi



Şəkil 7.5. Yanacaqın ikipilləli yandırılması ilə işləyən ocağın sxemi
1 – ocaq kamerası; 2 – aşağı pillə odluqlarının qoyuluşu; 3 – yuxarı pillə odluqlarının qoyuluşu

4. Xüsusi konstruksiyalı odluqların tətbiqi ilə. Təcrübə nəticəsində öyrənilmişdir ki, ocağa verilən yanacaq və havanın qarışmasını süni olaraq gecikdirdikdə NO qazının yaranması xeyli azalır. Yanacaq və havanın belə üsulla verilməsi odluqların konstruksiyasından asılıdır. Burada yanma prosesinin özü ikipilləli olduğundan məşəlin mərkəzinin temperaturu nisbətən aşağı olur.

Adətən, turbulent (burulğanlı) odluqlar qoyulan buxar qazanlarında, yanacaq və hava qarışığının yanma prosesi çox intensiv gedir. Yanacağın yanması odluğa yaxın baş verdiyindən məşəlin mərkəzi odluğa yaxın olur və burada temperaturun qiyməti çox böyük olur. Ona görə də burulğanlı odluq ilə işləyən qazan ocaqlarında çoxlu miqdarda NO qazı yaranır.

Ukrayna respublikası EA aparılan təcrübə nəticəsində burulğanlı odluq ilə işləyən qazan ocaqlarında azot oksidinin yaranmasını 40% azaltmaq mümkün olmuşdur. Təcrübə zamanı odluğun mərkəzi borusunu ocaq daxilində doğru uzadaraq yanma prosesinə verilən havanın 40 %-ni bu boru vasitəsilə burulğansız vermişlər. Burada birinci hava yanma prosesinin ilk mərhələsində iştirak etmir və nəticədə ikipilləli yanma

prosesi alınmış olur. Bu zaman məşəlin mərkəzinin temperaturu aşağı olduğundan azot oksidinin yaranması xeyli azalmış olur.

Bundan başqa, ittifaq texenerji Elmi-Tədqiqat institutunun cənub şöbəsinin əməkdaşları yeni kameraqabağı tipli qazmazut olduqlarının sınağını keçirmiş və müsbət nəticələr almışlar. Bu odluqlarında iş prinsipi yanacağın ikipilləli yandırılması kimidir. Məhsuldarlığı 7,5 kq/san olan buxar qazlarında sınaq zamanı məlum olmuşdur ki, kameraqabağı odluqlar qoyulmuş qazanlarda NO qazının əmələ gəlməsi 0,3-0,49 q/m³-dan 0,2-0,3 q/m³-ə qədər azalır.

5. Su və buxarın yanma zonasına verilməsi ilə.

Ocaqda yanma zonasına su və su buxarı verildikdə azot oksidinin yaranması azalır. Hazırda bu sahədə bəzi yoxlama təcrübələri aparmış olur və NO qazının azalması müəyyən edilmişdir. Lakin miqdar nöqteyi nəzərdən hələ də dəqiq nəticələr alınmamışdır. Başqa üsullarda olduğu kimi, bu üsulda da azot oksidinin azalması ocaqda temperaturun azalması ilə izah edilir. Bundan başqa, digər üsullarla da azot oksidinin yaranmasını azaltmaq olur. Məsələn, yanma prosesinə verilən havanın qızma temperaturunun azaldılması, ocağın istilik gərginliyinin aşağı salınması, ocaq kamerasının ekranlaşma dərəcəsinin artırılması və s. Bu üsulların hamısında azot oksidinin azalması məşəlin mərkəzində temperaturun azaldılması prinsipi ilə gedir.

7.8. Azot qazının buxar qazanlarının kameralarında əmələ gəlməsinin qarşısının alınması üsullarının çatışmayan cəhətləri

Hər üsulun özünəməxsus çatışmayan cəhətləri vardır. Məsələn, ocaq kamerasında istilik gərginliyinin azaldılması qazan qurğusunun qabarıq ölçülərinin böyüməsinə və kapital xərclərin azalmasına səbəb olur. Havanın qızma temperaturunun azaldılması bir çox yanacaqların yanma prosesini pisləşdirir (buna isə

yol vermək olmaz) və həm də tüstü qazlarının soyudulması da çətinləşir.

Təhlil göstərir ki, bu üsulların kompleks tətbiqi daha yaxşı nəticə verə bilər. Ona görə də, eyni buxar qazlarının konstruktiv layihəsi zamanı, azot oksidinin azaldılması məqsədilə kompleks üsulların layihəyə daxil edilməsini təşkil etmək lazımdır.

Yuxarıda göstərilən üsullar, qaz yanacağı ilə işləyən bütün buxar qazlarında daha yaxşı tətbiq oluna bilər və əmələ gələn azot oksidinin miqdarını bir neçə dəfə azaltmaq mümkün olur.

Cədvəl 7.1

İES-in buxar qazlarında yaranan azot oksidinin miqdarının azaldılması hədləri, %

Yanacaq	Üsullar					
	α-nın kiçik qiymətlərində	ikipilləli yanmada	α-nın kiçik qiymətlərində ikipilləli yanmada	Tüstü qazlarının qaytarılması	α-nın kiçik qiymətlərində	Su püskürdülmesi
Təbii qaz	33	50	90	33	80	10
Mazut	33	40	73	33	70	0
Kömür	25	35	60	33	55	10

7.1 sayılı cədvəldə dən qazan ocaqlarında müxtəlif üsulların tətbiqi ilə azot oksidi miqdarının azalmasının qiymətləndirilməsi verilmişdir.

Bu cədvəldə göründüyü kimi məlum üsulların birlikdə tətbiqi aparılarsa, onda əmələ gələn azot oksidinin miqdarını təbii qazla işləyən qazanlarda 5-10 dəfə, mazutla işləyən qazanlarda 3 dəfə və bərk yanacaqda işləyən qazanlarda iki dəfə azaltmaq olar.

FƏSİL VIII

İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYALARININ TULLANTILARININ ATMOSFERDƏ YAYILMASI

8.1. Zəhərləyici maddələrin havada yayılması qanunauyğunluqları və ekoloji təhlükəsi

Bütün müəssisələrindən atılan işlənmiş qazların tərkibində olan zəhərləyici maddələrin miqdarından asılı olmayaraq, onlar atmosferin yuxarı qatlarında yayılmalıdır.

Tam yanmış təbii qaz yanacaqlarının tüstü qazlarında zəhərləyici maddələr, demək olar ki, çox az olur. Onlarda oksigenin konsentrasiyası praktiki olaraq yox dərəcəsindədir. Belə qaz mühitində nəfəs almaq üçün burada oksigenin konsentrasiyasına yaxın olmalıdır.

Tüstü qazlarının tərkibində SO_2 , SO_3 , CO , NO_2 , karbohidrogenlər, kül və s. zəhərləyici maddələrin olması nəfəsalmanı daha çox çətinləşdirir. BU maddələrin miqdarı BBKH-da çox olduqda onlar bütün bitkilərə, heyvanat aləminə və insanlara zəhərləyici təsir göstərir.

Yuxarıda göstərilənlərdən məlumdur ki, müasir texnikanın tətbiqi ilə yanacaqların və tüstü qazlarının təmizlənməsi nə dərəcədə mümkündür. Bu o deməkdir ki, Yanacaqların və tüstü qazlarının təmizlənmə üsulundan və dərəcəsindən asılı olmayaraq, atmosfərə atılan tüstü qazlarının tərkibində həmişə zəhərləyici maddələr qala bilir. Təbiidir ki, atmosfərə atılan zərərli maddələrin əksəriyyəti qaz şəklində olur. Bunların hava okeanında təhlükəsiz konsentrasiya qiymətində yayılması İES-in vacib məsələlərindən biridir.

Tüstü qazlarının hava okeanında yayılmasının təşkili cəhətdən İES-lər mühərrikli nəzərən daha böyük üstünlüyə malikdir. Mühərrikli nəqliyyatlarda tüstü qazlarının yayılmasının təşkil edilməsi praktiki olaraq mümkün deyildir. İES-də isə yüksək tüstü borularının tikilməsi ilə zəhərli maddələrin tələb

olunan konsentrasiyada yayılmasını təşkil etmək mümkündür.

Əgər zəhərli maddələrin atmosferdə yayılması nəticəsində onların konsentrasiyası norma qiymətindən aşağıdırsa, demək onların canlı təbiət üçün heç bir qorxusu yoxdur. Bununla belə zərərli maddələrin hava okeanında yayılmasını təşkil etməklə əsas məsələ həll edilmir. Burada yanacaqların emal edilməsi prosesi ilə tüstü qazlarının yayılması kompleks şəkildə aparılarsa daha böyük nəticələr əldə etmək olar.

İndi isə atmosfer havasının quruluş və hərəkətini təsəvvür etməklə zəhərləyici tüstü qazlarının yayılması məsələlərinə baxaq.

Bildiyimiz kimi, atmosfer hövzəsi Yer kürəsinin tam əhatə etməklə yüz kilometrə hündürlüyə malikdir. Ancaq havanın əsas hissəsi atmosferin yer kürəsinə bitişik təbəqədə yerləşir. Belə ki, havanın 50%-i yer səthindən 5 km hündürlükdəki təbəqədə və 90%-i 30 km hündürlüyə qədər olan təbəqədə yerləşir.

Temperaturun dəyişməsinə görə atmosfer beş təbəqəyə bölünür. Tüstü qazlarının yayılması nöqteyi-nəzərdən, ən böyük əhəmiyyətə malik olan yer səthindən 11 km hündürlükdə yerləşən aşağı təbəqədir. Bu təbəqəyə *traposfer* deyilir. Burada temperaturun qiyməti hər 100 m hündürlükdə $0,62^\circ\text{C}$ aşağı düşür. Yəni yer səthindəki temperaturu 15°C qəbul etsək, onda traposferanın yuxarı sərhəddindəki temperaturun qiyməti – 56°C olar. Bu təbəqədən 40 km olan yuxarı təbəqə *stratosfera* adlanır. Təbəqədə seyrəklik olduğundan praktiki olaraq temperatur dəyişmir.

Atmosfer havasının 75%-i traposfera təbəqəsində yerləşir. Bu təbəqədə quru havanın ümumi həcmnin 78,084 %-i azotdan 20,946 %-i oksigendən, 0,934 %-i argondan, 0,032 %-i karbon qazından və s.-dən ibarətdir.

Tüstü qazlarının yayılması hava kütləsinin axınından və istiqamətindən asılı olduğu üçün traposferanın təbəqələrə bölünməsi hava axınına görə aparılmalıdır. Adətən, traposferada baş

verən hava axınları turbulent olur. Hava axınına görə troposferanın sərbəst atmosfer təbəqəsinə və sərhəd təbəqəsinə ayırmaq olar. Yer səthindən 1 km hündürlükdə olan hava təbəqəsi *traposferanın sərhəd təbəqəsi* və bu təbəqədən yuxarı olan atmosfərə isə *sərbəst atmosfer təbəqəsi* adlanır.

Tüstü qazlarının və zəhərləyici maddələrin yayılmasını təşkil etmək üçün, əsasən, sərhəd təbəqəsi öyrənilir. Təcrübə göstərir ki, sərbəst atmosfer qatından aşağıya doğru gəldikcə hava qatındakı daxili sürtünmələr artır. Daxili sürtünmələrin ən böyük qiyməti yerə yaxın olan atmosfer təbəqəsinin 40-70 metrliyində olur. Bu hündürlük həddində də turbulent hərəkətin gərginliyini sabit qəbul etmək olar.

Adətən, yer səthindən 60-80 m hündürlüyə qədər təbəqədə axın sürəti tez-tez dəyişir və sonrakı hündürlükdə bu dəyişmə təxminən sabit qalır. Axın sürətinin bu cür dəyişməsinə divara yaxın mühitdəki hərəkətlə müqayisə etsək, bunların oxşar olduqlarını görə bilərik, yəni divara yaxın sərhəd təbəqədə əvvəlcə sürət tez dəyişir, sonra isə sabit qalır.

Troposferada hündürlük artdıqca havanın təzyiqi və sıxlığı da dəyişir. Hündürlüyün dəyişməsi ilə təzyiqin dəyişmə qiyməti hidrostatik tənlikdən tapılır.

$$\frac{dp}{dh} = -g\rho \quad (8.1)$$

$$\rho = \frac{P}{RT}$$

Klapeyron tənliyindən

$$\rho = \frac{P}{RT}$$

tənliyini (1) tənliyində yerinə yazsaq alarıq:

$$\frac{dp}{dh} = -\frac{gP}{RT}$$

Əgər bu tənliyi orta temperaturu sabit qəbul etmək şərt ilə integrallasaq, onda hündürlüyə görə atmosfer təzyiqinin dəyişməsi üçün aşağıdakı eksponensial asılılığı alarıq:

$$P = P_0 \exp\left(-\frac{gh}{RT}\right) \quad (8.2)$$

Burada g – sərbəst düşmə təcili, $g=9,81 \text{ m/san}^2$, h – atmosfer təbəqəsinin hündürlüyü, m ; T –üstü qazlarının temperaturunun orta qiymətidir, K .

Lakin qeyd etmək lazımdır ki, hesablama zamanı üstü qazları yayılma atmosfer təbəqəsinin temperaturunun dəyişməsi də nəzərə alınmalıdır.

Atmosfer turbulent axınının axının təsirindən üstü qazlarının döyünən yaranır. Bunun da təsirindən üstü qazlarının atmosfer havası ilə qarışması baş verir. Döyünən hərəkət sürəti nə qədər böyük olarsa, üstü qazlarının hava axınına diffuziyası da bir o qədər yaxşı olar. Ancaq döyünən hərəkəti öyrənən zaman turbulent diffuziyaya çox fikir verilməlidir. Burada üfüqi (v) və şaquli (ω) döyünən hərəkətin sürətinin böyük təsirini nəzərə almaq lazımdır, çünki üstü buludlarının yuxarı qatlarında yayılması bu sürətlərin təsiri ilə baş verir.

Adətən, İES-də üstü qazları bir və ya bir neçə boru vasitəsilə atmosfərə atılır. Üstü buludunun yayılma prosesinin riyazi hesabını apararkən bəzi sadələşdirilmələrdən istifadə edilir. Məsələn, belə nəzərdə tutulur ki, zərərli maddələrin yayılması yer səthindən yuxarıda olan boşluqların bir neçə nöqtəsində baş verir. Bu halda bəzi səhvlərə yol verilir, ancaq onlar son nəticəyə çox az təsir edir.

Hər şeydən əvvəl, üstü borusunun çıxışının en kəsiyi böyük olduğundan maddi nöqtəsi kimi qəbul etmək olmaz. Lakin borunun diametri metrnlərlə ölçülərsə, üstü buludunun atmosferdə yayılması bir neçə kilometrnlərlə ölçülür. Demək borunun çıxış diametri atmosfərə atılan üstü qazlarının yayılma sahəsinə nəzərən çox kiçik olur və onu maddi nöqtə kimi qəbul olar. Bəzi İES-də hündürlüyü eyni olan bir neçə üstü borularından istifadə edilir. Buna baxmayaraq, üstü qazlarının yayılması nöqtəyi-nəzərdən onlara bir nöqtə kimi baxılır.

Üstü qazları ilə boru ilə qalxan zaman onlara əsasən iki

qüvvə təsir edir. Bu qüvvələrdən biri tüstü qazları ilə atmosfer havası arasındakı sıxlıqlar fərqi yaratdığı qaldırıcı qüvvə, o birisinə isə isti qaz selinin malik olduğu kinetik enerji qüvvəsidir. Bu qüvvələrin təsirindən tüstü qazları borudan çıxan kimi yox, hər hansı Δh hündürlüyə qalxdıqdan sonra yayılmağa başlayır. Bu nöqtəyə tüstü qazlarının yayılma “nöqtəsi” deyil.

Yayılma nöqtəsi ilə əlaqədar, tüstü boruları üçün *effektiv hündürlük* deyilən anlayışdan istifadə edilir və aşağıdakı kimi tapılır.

$$H = h + \Delta h, \text{ m} \quad (8.3)$$

Burada h – tüstü borusunun hündürlüyü, m ; Δh – borunun qurtaracağı ilə qazların yayılma nöqtələri arasındakı hündürlükdür, m

Tüstü qazları borudan çıxan anda zəhərləyici maddələrin qaz selində paylanması təxminən bərabər olur. Bu maddələrin yayılma nöqtəsində, ətraf mühitə yayılmasından sonra onların orta konsentrasiyası aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$C = \frac{W}{V}, \text{ kq/m}^3 \quad (8.4)$$

Burada W – mənbədən bir saniyədə atılan maddələrin miqdarı kq/san ; V – mənbədən bir saniyədə atılan zərərli maddələrin yayıldığı havanın həcmidir, m^3/san .

Zərərli maddələrin tüstü bulundakı həqiqi konsentrasiyası isə aşağıdakı kimidir:

$$C_h = \frac{W}{V + V_q} \quad (8.5)$$

Burada V_q – borudan 1 saniyədə çıxan tüstü qazlarının həcmidir, m^3/san

(8.5) düsturünün sürət və məxrəcini M -ə bölsək aşağıdakı ifadəni alırıq:

$$c_h = \frac{1}{\frac{V}{M} + \frac{V_q}{M}} = \frac{1}{\frac{1}{c} + \frac{1}{c_q}} \quad (8.6)$$

Burada c_q – zərərli maddələrin qazdakı konsentrasiyasıdır, kq/m^3 .

Səpələmə nöqtəsində $V=0$ olduğundan (8.6) tənliyində $0=c_q$ olur.

Zərərli maddələrin atmosferin yuxarı qatlarında yayılmasını təşkil etməkdə əsas məqsəd SO_2 qazı ilə bərabər başqa maddələrin də böyük hava həcmində yayılmasını təşkil etməkdən ibarətdir. Yalnız bu üsulda, zərərli maddələrin yer səthindəki atmosfer qatında olan konsentrasiyanı BBKH normasında saxlamaq olar.

Adətən, zərərli maddələr atmosfer havasında iki molekulyar diffuziya və turbulent diffuziya yolla yayılır. Sakit havada zərərli maddələr molekulyar diffuziya, küləkli havada isə həm molekulyar və həm də turbulent diffuziya yolu ilə yayılır. Burada əsas həlledici rol turbulent diffuziya oynayır.

8.2. Enerji müəssisələrinin tüstü borularının əsas parametrlərinin təyini

Tüstü qazları ilə atmosfərə atılan zərərli maddələrin yayılmasını hesablamaq üçün A.İ. Voeykov adına baş Geofizika observatoriyasının işləyib hazırladığı metoddan istifadə edilir.

Həmin metodlar üzrə zərərli qarışıqların yayılmasının hesabı əlverişli olmayan meteoroloji şəraitə görə aparılır. Əlverişli olmayan meteoroloji şərait isə küləyin sürəti qorxulu qiyməti çatdıqda və atmosferdə intensiv şaquli turbulent mübadiləsi olduqda yaranır.

Küləyin qorxulu sürəti atmosferdə insanların nəfəs alma səviyyəsində zəhərləyici maddələrin konsentrasiyasının maksimal qiymət aldığı sürətdir.

İES-də tüstü borularını hesablayanda atmosferdə gedən turbulent mübadiləsinin artması əsas götürülür.

Təcrübə göstərir ki, küləyin sürəti artdıqca nəfəs alma səviyyəsindəki hava təbəqəsindəki zərərli qatışıqların konsentra-

siyası azalır. Digər tərəfdən isə, küləyin sürəti artanda tüstü qazlarının yayılma nöqtəsinə qədər olan effektiv hündürlük azalır. Bu da hava axınının böyük sürətlərində tüstü məşəllərinin qalxmasına təsir edən hidrodinamiki və istilik təşkil edicilərinin azalması ilə izah olunur.

Küləyin yer səthindən 10 m hündürlükdə hava qatındakı qorxulu sürəti aşağıdakı nisbətlərlə təyin edilir:

$v \leq 0$ olanda, $U = 0,5$

$0,5 \leq v_m \leq 2$ olanda, $U_m = v_m$

$v_m > 2$ olanda, $U_m = v_m(1 + 0,12\sqrt{f})$ (8.7)

burada v_m – hava axınının xarakterizə edən parametrlər; U_m – küləyin qorxulu sürətidir, m/san

$$v_m = 0,65 \sqrt{\frac{V_1 \Delta t}{h}} \quad (8.8)$$

Burada V_1 – qaz hava qarışığının həcmi sürəti, m³/san, Δt – tüstü qazlarının temperaturu ilə havanın temperaturu arasındakı fərq, °C, h – tüstü borusunun hündürlüyüdür, m.

Yayılma nöqtəsindən sonra zərərli maddələrin yer səthinə yaxın atmosfer təbəqəsindəki maksimal konsentrasiya aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$C_m = \frac{AMF_m}{h^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta t}} \quad (8.9)$$

Burada A – əlverişli olmayan meteoroloji şəraitdə atmosfer laylarının temperaturundan asılı olan və zərərli maddələrin atmosfer təbəqəsində şaquli və üfüqi paylanması xarakterizə edən əmsal. M – atmosfer hövzəsinə atılan zərərli maddələrin ümumi konsentrasiyasıdır, q/san, F – atmosfer havasında zərərli maddələrin çökmə sürətini nəzərə alan ölçüsüz əmsal. Qaz şəklində olan qatışıqlar üçün $F=1$, tutulma dərəcəsi 90 olan toz hissəcikləri üçün $F=2$, 90%-dən az olanlar üçün isə $F=2,5$ qəbul edilir; m və n – qaz selinin tüstü borusunun çıxışında çıxma şəraitini nəzərə alan ölçüsüz əmsallardır. m aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} \quad (8.10)$$

Burada f – parametrdir və aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$f = \frac{10^3 \cdot \omega_0^2 D_0}{h^2 \Delta T} \quad (6.11)$$

Burada ω_0 – selin başlanğıc sürəti, m/san; D_0 – tüstü borusunun çıxış hissəsinin diametridir, m.

n v_m -dən asılı olaraq aşağıdakı kimi təyin edilir:

$v \leq 0,3$ olanda, $n=3$

$0,3 < v < 2$ olanda, $n = 3 - \sqrt{(v_m - 0,3)(436 - v_m)}$

$v_m > 2$ olanda, $n=1$

Qorxulu meteoroloji şəraitdə və yer səthinə yaxın təbəqələrdə zəhərli maddələrin maksimal konsentrasiyası, onların atılan qaz məşəllərinin mərkəzi oxu üzrə hərəkəti zamanı aşağıdakı məsafədə ola bilər:

$$X = dh, \quad (8.12)$$

Burada d – ölçüsüz əmsal olub, aşağıdakı kimi təyin edilir:

$v_m \leq 2$ olanda $d = 4,25 v_m(1 + 0,28\sqrt{f})$

$v_m > 2$ olanda, $d = 7\sqrt[3]{v_m} (1 + 0,28\sqrt[3]{f})$ (8.13)

Əgər $F \geq 2$ olarsa, onda X aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$x_m = \frac{5 - F}{4} dh \quad (8.14)$$

Nəticədə verilmiş hesablama metoduna əsaslanaraq tüstü borusunun hündürlüyü təyin edilir. Burada hesablama əlverişli olmayan meteoroloji şəraiti nəzərə alınaraq aparıldığı üçün tapılan tüstü borusunun hündürlüyü, istilik elektrik stansiyalarının uzun müddət istismarı dövründə, yerə yaxın atmosfer qatında zəhərli maddələrin BBKH normasını təmin etmiş olur.

Ümumiyyətlə, nəfəsalma səviyyəsindəki zəhərləyici maddələrin minimum konsentrasiyasına nail olmaq üçün borularının hündürlüyünün hesabında bütün müsbət imkanlardan istifadə edilməlidir, yəni hesablama da alınan hündürlüyün zəhərlə-

yici maddələrin atmosferdəki konsentrasiyasının minimal qiymətini təmin etməsi üçün bütün təsiredici amillər hesablama düsturuna daxil edilməlidir. Yalnız bundan sonra tüstü borusu seçilə və qurula bilər.

Tüstü borularının hündürlüyü aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$h = \sqrt[3]{\frac{AMFmn}{BBKH} \sqrt{\frac{z}{V_1 \Delta T}}} \quad (8.15)$$

Burada Z – İES-də qurulan eyni hündürlüklü tüstü borularının sayıdır.

1966-cı ildə keçmiş ittifaq Nazirliyi tərəfindən anhidridi və azot oksidi qazlarının birgə təsirinə qarşı yeni tələblər qoymuşdur. Bu tələbə görə tüstü borusunun hündürlüyü aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$h = \sqrt[3]{AFmn \left(\frac{M_{SO_2} + \frac{BBKh_{SO_2}}{BBKh_{NO_2}}}{BBKh_{SO_2}} \right) \sqrt{\frac{z}{V_1 \Delta T}}} \quad (8.16)$$

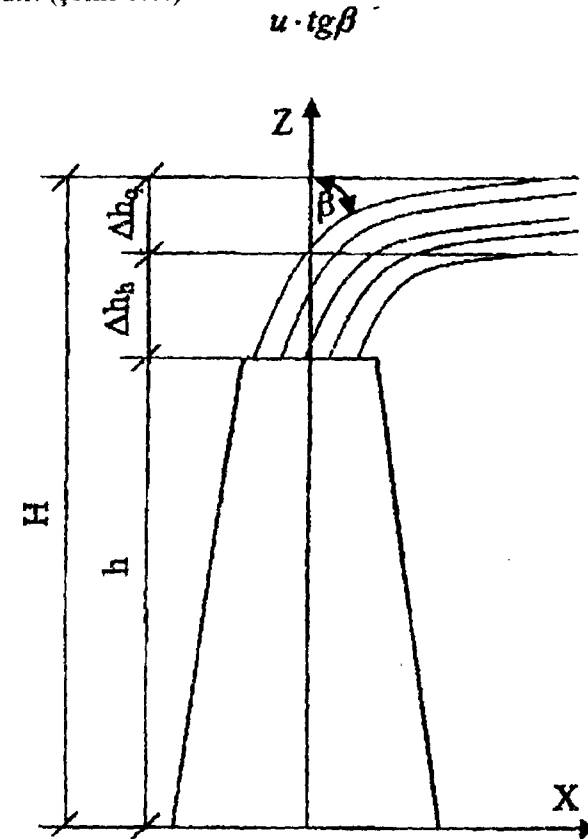
Qeyd etmək lazımdır ki, (8.15) və (8.16) düsturlarından İES qurulan zaman atmosfer qatındakı zərərli maddələrin konsentrasiyası yox dərəcəsində olanda istifadə etmək olar. Əgər atmosfer hövzəsində zərərli qatışıqlar varsa, onda hesablama tənliyində bunlar nəzərə alınmalıdır. Belə hallarda, tüstü borusunun hündürlüyü aşağıdakı düsturla hesablanmalıdır:

$$h = \sqrt[3]{AFmn \left(\frac{M_{SO_2} + \frac{BBKh_{SO_2}}{BBKh_{NO_2}} \cdot M_{NO_2}}{BBKh_{SO_2} - c_{SO_2} - \frac{BBKh_{SO_2}}{BBKh_{NO_2}} \cdot c_{NO_2}} \right) \sqrt{\frac{z}{V_1 \Delta T}}} \quad (8.17)$$

Beləliklə, vahid hesablama metodu atmosfer hövzəsini çirkləndirən müxtəlif sənaye müəssisələrində zəhərleyici maddələrin hesablanmasına və onlara qarşı effektiv tədbirlərin görülməsinə imkan verir

8.3. Tüstü borusunun çıxışında tüstü məşəlinin qalxma hərəkətinin təhlili

Tüstü borusunun effektiv hündürlüyü onun həndəsi hündürlüyü ilə borunun çıxışından yayılma nöqtəsinə qədər olan hündürlüyün cəminə bərabərdir. Borunun çıxışından yayılma nöqtəsinə qədər olan hündürlük isə iki hündürlüyün cəmindən ibarətdir. (şəkil 8.1.)



Şəkil 8.1. Tüstü borusunun çıxışından qalxan tüstülənməmiş hesablaması sxemi: (hava seli ilə aparılan tüstü məşəlinin sxemi)

$$\Delta h = \Delta h_h + \Delta h_i \quad (8.18)$$

Burada Δh – tüstü qazlarının kinetik enerjisi təsiri ilə hidrodinamiki qalxma hündürlüyü, m; Δh_i – ətraf mühitə nəzərən tüstü qazlarının sıxlıqlar fərqi təsiri ilə yaranan hündürlükdür (istilik hündürlüyü), m.

Selin hidrodinamiki qalxması o zaman əhəmiyyətli ki, atılan qazların temperaturu ətraf mühitin temperaturu ilə eyni olsun. Belə hallar, adətən, Atom elektrik stansiyasının və müxtəlif sənaye sahələrinin ventilyasiya borularında ola bilər.

İstilik elektrik stansiyalarında hidrodinamiki qalxma hərəkəti, qaz məşəlinin ümumi qalxma hərəkətinin bir hissəsi sayılır. Hidrodinamiki qalxmanın hesabı, selin turbulent hərəkətinə gətirilmiş şırnaqlı hərəkətin hesablama modelinə görə aparılır.

Klassik aerodinamik qanunlara əsasən, simmetrik hal üçün məşəlin ox boyu sürətinin dəyişmə qanunu aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$\frac{\omega_m}{\omega_o} = \frac{mb}{a \cdot \Delta h_h \cdot C} \quad (8.19)$$

Burada ω_m – boru çıxışından Z məsafədə şırnağın en kəsiyinin mərkəzindəki sürəti, m/san; ω_o – şırnağın başlanğıc sürəti m/san; Δh_h – mənbədən baxdığımız kəsiyə qədər olan məsafə, m; a , b , c – sabit əmsallar, təcrübə yolu ilə tapılır, D_o – tüstü məşəli çıxan yerin, yəni mənbənin diametri, m; m – şırnağın en kəsiyində orta sürətin maksimal sürətə nisbətini göstərən əmsallardır.

Mənbədən baxdığımız kəsiyə qədər olan məsafə aşağıdakı düsturla tapılır:

$$\Delta h_h = \sqrt{2K_1 D_o \omega_o \tau} \quad (8.20)$$

Burada $K_1 = nb/a$ nisbəti ilə ifadə edilir; τ – zamanı göstərir, san.

Küləyin təsirini nəzərə alan zaman şərti olaraq qəbul

etmək olar ki, qaz selinin şırnağı şaquli müstəvi boyunca həmişə sürətini artırır, onun tərkibində olan hissəciklər isə küləyin sürətini artırır, onun tərkibində olan hissəciklər isə küləyin sürətinə bərabər olan üfüqi sürət alır. Bu zaman hissəciklərin üfüqi müstəviyə doğru yerdəyişməsi $x = ut$ ifadəsi ilə xarakterizə olunur. Burada u – küləyin sürətidir. Belə halda şırnağın hərəkət trayektoriyasının tənliyi:

$$\Delta h = R\sqrt{x} \quad (8.21)$$

Burada

$$R = \sqrt{\frac{2k \cdot \omega_o D_o}{u}}$$

yəni tüstü buludunun ox üzrə hərəkət trayektoriyası külək sürətinin sabit profilində $m = 0,5$ dərəcəli göstəriciyə uyğun parabola qanununa tabe olur.

Qalxmanın sonunu qəbul etsək, onda məşəlin hidrodinamiki qalxmasını təyin edə bilərik. Burada tüstü buludunun qalxma hərəkəti o zaman qurtarmış hesab olunur ki, buludun oxuna nəzərən əyilmə bucağının tangensi kiçik olsun, yəni $\operatorname{tg} \beta = 0,1$ (şəkil 8.1). Bucağın özü $\beta = 10^\circ$ olur. Bu halda $\operatorname{tg} \beta \frac{dz}{dx}$

tənliyindən x -ə görə törəmə alsaq:

$$\frac{dz \cdot \Delta h_h}{dx} = \frac{0,5 R}{x^{0,5}}$$

Burada

$$x^{0,5} = \frac{0,5 R^2}{\operatorname{tg} \beta} \quad (8.22)$$

Bu qiyməti (8.21) düsturunda yerinə yazsaq

$$\Delta h_h = z = \frac{0,5 R^2}{\operatorname{tg} \beta} \quad (8.23)$$

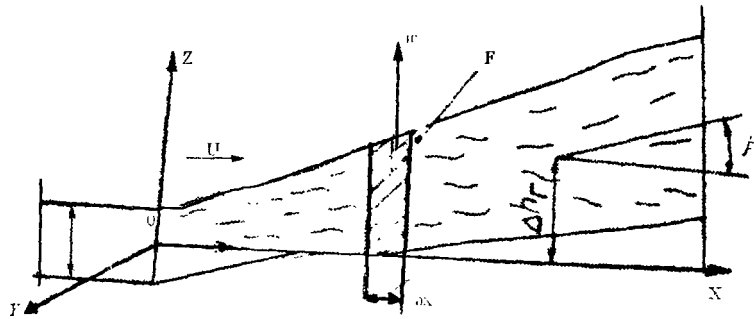
R-in qiymətini (8.23) düsturunda yazaq:

$$\Delta h_h = k_1 \frac{\omega_o \cdot D_o}{u \cdot \operatorname{tg} \beta} \quad (8.24)$$

(8.24) düsturunda bəzi çevirmələr apardıqdan sonra hər saniyədə atılan tüstü qazlarının həcmi üçün aşağıdakı düsturu yazı bilərik:

$$V_2 = \frac{\pi D_o^2}{4} \cdot \omega_o \quad (8.25)$$

Onda hidrodinamiki qalxma aşağıdakı kimi olacaqdır:



Şəkil 8.2. İzotrop turbulentli tüstü selinin termiki qalxmasının hesablama modeli

$$\Delta h_h = R \frac{\sqrt{V_2 W_o}}{u} \quad (8.26)$$

Beləliklə, (8.26) düsturundan görürük ki, hidrodinamiki qalxma hündürlüyü tüstü qazlarının saniyədəki həcmi sərfi ilə onun boru çıxışındakı sürəti hasilinin kvadrat kökü ilə düz, küləyin hərəkət sürəti ilə tərs mütənəsbidir.

İndi isə sıxlıqlar fərqiə görə tüstü məşəlinin qalxma hündürlüyünü araşdırıq. Buna *istilik qalxması* da deyilir. Bunun üçün dx elementar kəsiyində məşəlin hərəkətinə baxaq

(şəkil 8.2.)

Qeyd etmək lazımdır ki, tüstü məşəlinin dx elementar qalınlığındakı dairəvi təbəqəsinə təsir edən

qaldırıcı qüvvə, tüstü məşəlinin sıxlığı ilə ətraf mühitin sıxlığı arasındakı fərqlə müəyyən edilir.

Əgər tüstü məşəlinin qalxma sürəti sabitdirsə, selin müxtəlif turbulent hərəkəti intensivliyində x məsafəsindəki külək istiqamətindəki olan en kəsiyinə baxsaq, onda onun ellipsvari olduğunu görürük. Burada ellipsin sahəsi $\pi x^2 \cdot \epsilon_y \cdot \epsilon_x$ hasilinə bərabərdir. Onda məşəlin dx elementar kəsiyinə təsir edən qaldırıcı qüvvə üçün yazı bilərik:

$$F = g(\rho_h - \rho_{or}) \pi x^2 \cdot \epsilon_y \cdot \epsilon_x \quad (8.27)$$

Burada g – sərbəstdüşmə təcildir, m/san²; ρ_h – havanın sıxlığı kq/m³, ρ_o – tüstü məşəlinin sıxlığı, kq/m³; $\epsilon_y \cdot \epsilon_x$ – ellipsin y və z oxları üzrə döyünən turbulent hərəkət əmsalıdır. Burada F qüvvəsinin təsiri altında ω sürəti ilə qalxan tüstü buluduna həmişə əks müqavimət qüvvəsinin təsiri vardır. Bu qüvvəni aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$F_m = c \cdot 2x \cdot \epsilon_y \cdot \rho_h \omega^2 \quad (8.28)$$

Burada c – əks müqavimət əmsalıdır.

Tüstü buluduna göstərilən təsir qüvvələrindən başqa digər qüvvələr də təsir edir. Məsələn, hissəciklərin ətalət qüvvəsi, təbəqələr arasındakı sürtünmə qüvvəsi üfüqi hərəkət edən hava axını ilə tüstü buludunun qarışması üçün ətalət qüvvəsi və s.

Buna baxmayaraq, hesablama zamanı əsasən (8.27) və (8.28) düsturlarından istifadə edilir. Burada Stoks qanununa görə $F = F_m$ yazı bilərik. Onda (8.27) və (8.28) düsturlarından tüstü buludunun ω qalxma sürətini tapa bilərik:

$$\omega = \sqrt{\frac{\pi g \epsilon_x}{2c} \cdot \left(1 - \frac{\rho_{or}}{\rho_h}\right) \cdot x} \quad (8.29)$$

Əgər tüstü qazlarının və havanın sıxlıqlarını və istilik

tutumlarını bərabər qəbul etsək, onda mənbədən x məsafədə olan tüstü buludunun orta sıxlığı üçün aşağıdakı düsturu yazmaqla bilirik:

$$\rho_{or} = \frac{V_h P_h + V_q P_q}{V_h + P_h} \quad (8.30)$$

Burada V_h – havanın həcmi sərfi, m^3/san ; V_q – tüstü qazlarının həcmi sərfidir, m^3/san .

Bunu nəzərə alaraq (8.29) düsturunu aşağıdakı şəkildə yazmaq olar:

$$1 - \frac{\rho_{or}}{\rho_h} = \frac{V_q}{V_q + V_h} \left(1 - \frac{\rho_q}{\rho_h}\right) \quad (8.31)$$

Burada mənbədən çox uzaq məsafə üçün $V_h \rightarrow 0$ qəbul etmək olar. (8.31) ifadəsindən isə

$$1 - \frac{\rho_{or}}{\rho_h} \approx \frac{V_q \cdot \Delta T}{V_h T_q}$$

Tüstü buludunun en kəsiyi üzrə hava həcmnin saniyədəki sərfi ε_z və ε_y -yə görə aşağıdakı kimi yazılır:

$$V_h = \pi x^2 \varepsilon_z \varepsilon_y u \quad (8.32)$$

Onda tüstü buludunun qalxma sürəti

$$\omega = \sqrt{\frac{g V_q \cdot \Delta T}{2 c \varepsilon_y u^3 T_q x}} \quad (8.33)$$

Burada $\Delta T = T_q - T_h$ – tüstü qazı ilə havanın temperatur fərqi.

Tüstü buludunun mərkəzi oxuna nəzərən əyilmə bucağının tangensi aşağıdakı kimi yazılır:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{dz}{dx} \sqrt{\frac{g V_q \cdot \Delta T}{2 c \varepsilon_y u^3 T_q x}} \quad (8.34)$$

Məşəl qalxanda onun mərkəzi oxunun trayektoriyasını təyin etmək üçün (8.34) ifadəsini integrallamaq lazımdır.

$$z = \sqrt{\frac{2 g V_q T_q x}{c \varepsilon_y u^3 T}} \quad (8.35)$$

Beləliklə, (8.35) düsturundan müəyyən etmək olur ki, tüstü məşəli qalxanda onun mərkəzi oxunun trayektoriyası parabola əyrisini verir. Sıxlıqlar fərqinə görə qalxmanı təyin etmək üçün (8.34) düsturundan x -i tapıb, (8.35) düsturunda yerinə yazmaq kifayətdir, yəni

$$\Delta h_l = \frac{k_q}{\varepsilon_y} \cdot \frac{g k_q \Delta T}{u T_q} \quad (8.36)$$

Burada $k = \frac{1}{c \cdot \operatorname{tg} \beta}$ ilə əvəz olunmuşdur.

Bəzi hesabı çevrilmələrdən sonra sıxlıqlar fərqinə görə qalxmanı aşağıdakı düsturla hesablamaq olar:

$$\Delta h_l = \frac{V_l}{\varepsilon_y} \cdot \frac{Q_T}{u} \quad (8.37)$$

$$k_{T_l} = \frac{c \cdot \operatorname{tg} \beta}{345 c_T}$$

Burada Q_2 – tüstü qazları ilə aparılan istilikdir, kC ;

$$Q = c_T V_T \Delta T \quad (8.38)$$

c_T – tüstü qazlarının istilik tutumudur, kC/kq (8.31) tənzimindən məlum olur ki, tüstü buludunun sıxlıqlar fərqinə görə qalxması 3 faktorla – mənbəyin ümumi istilik gücü (Q_T), küləyin sürəti (u) və atmosferin üfüqi istiqamətdəki ε_y – turbulentli dərəcəsi ilə təyin edilir.

Buludun sıxlıqlar fərqinə görə qalxmasına tüstü borusunun çıxışının diametrinin və tüstü qazının sürətinin heç bir təsiri yoxdur. Bunu ancaq tüstü qazının miqdarını artırmaq yolu ilə böyütmək olar. Bu da tüstü borularının sayının azaldılması yolu ilə mümkündür.

Sıxlıqlar fərqiə görə qalxmaya təsir edən əsas amillərdən biri atmosferdə küləyin sürətidir. Burada üfüqi müstəvi istiqamətində turbuləntlik dərəcəsinin də böyük təsiri vardır.

Qeyd etmək lazımdır ki, real şəraitdə hidrodinamiki qalxma ilə sıxlıqlar fərqiə görə qalxma tüstü seli ilə eyni vaxtda gedir. Hesablama zamanı onların ayrılıqda götürülməsi isə demək olar ki, şərti olaraq qəbul edilir.

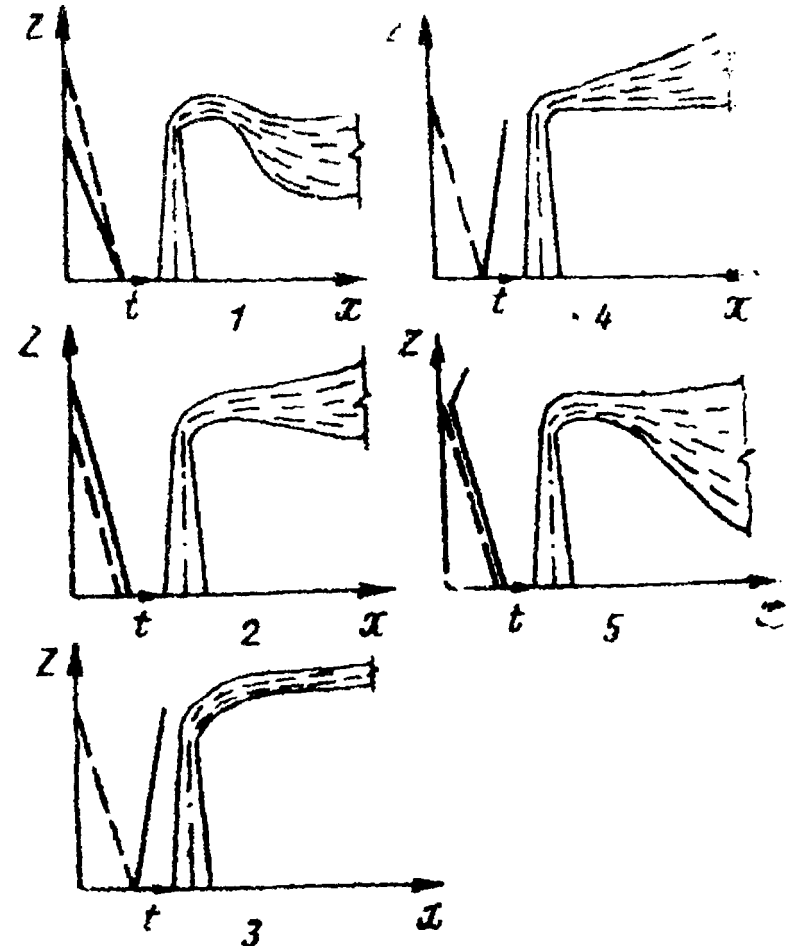
8.4. Atmosferin quruluşundan asılı olaraq tüstü buludunun yayılmasının beş forması

Atmosferin quruluşundan asılı olaraq tüstü buludunun yayılmasının beş forması vardır (şəkil 8.3).

Dalğavarı – Tüstü məşəlinin bu şəkildə olması adiabatik temperaturun şaquli ox üzrə qradientində müşahidə olunur. Bu vəziyyət atmosfer çox dəyişkən olanda alınır və tüstü qazının yayılması dalğavarı xarakter daşıyır. Burada yüksək sürətli turbulənt hərəkətin təsirindən tüstü buludunun yayılması böyük bucaq altında gedir.

Tüstü buludunun ən sıx nöqtəsi və yerə toxunma ehtimalı ancaq borunun yaxınlığında ola bilər. Belə hallar gündüz, açıq havada, günəş yer səthini qızdıranda müşahidə edilir.

Konusvarı. Atmosferin turbuləntliyi izotop halına yaxın olanda tüstü məşəli konusvarı şəkildə olur. Məşəlin belə şəkildə olması adiabatik temperatur ilə izotermik temperatur arasındakı qradientdə müşahidə olunur ($dt/dz=0$). Bu zaman tüstü məşəli konusvarı olub, mərkəzi oxu üfüqi istiqamətdə olur. Birinci hala nisbətən burada tüstü buludunun yer səthinə toxunması çox uzaq məsafədə müşahidə olunur.



Şəkil 8.3. Təbəqələrə bölünmüş atmosfer qatında tüstü buludunun yayılması sxemləri

1. dalğavarı yayılma, 2 konusvarı yayılma, 3 yelpicik şəkilli yayılma
- 4 qaldırılmış şəkildə yayılma, 5 tüstülənmə şəkildə yayılma

Yelpicşəkili. Tüstü məşəlinin belə şəkildə olması izotermik qradiyentə yaxın olan temperatur və ya inversiya zamanı müşahidə olunur. Adətən, tüstü məşəlinin şaquli istiqamətdə yayılması pis, üfüqi istiqamətdə yayılması isə yaxşı gedir. Ona görə də yelpicşəkili tüstü buludunun yerə toxunması tüstü borusunda ya çox uzaq məsafədə baş verir, ya da ümumiyyətlə yerə toxunma baş vermir. Belə halda zəhərləyici maddələrin yer səthindəki konsentrasiyaları az olur, maksimal nöqtə isə mənbədən çox uzaqlarda yerləşir.

Lakin qeyd etmək lazımdır ki, tüstü qazları atmosferin aşağı qatlarına atılarda zəhərli maddələrin yuxarı təbəqələrə qalxması çox pis gedir. Gecə vaxtı yer səthinin temperaturu havanın temperaturundan aşağı olduğu üçün göstərilən hala daha çox rast gəlinir.

Qaldırılmış şəkildə. Tüstü məşəlinin bu şəkildə yayılması atmosferin yuxarı normal mənfi qradiyentə malik olan təbəqəsi ilə aşağıdakı inversiya təbəqəsi arasında baş verə bilər.

Zəhərləyici maddələrin ən böyük konsentrasiya sahəsi, inversiya təbəqəsinin yuxarı sərhədində yerləşir. Belə hal günəş batan zaman müşahidə olunur. Atmosferin belə struktura malik olması uca tüstü boruları üçün daha əlverişli sayılır, yəni tüstü qazlarının səpələnməsi və zəhərləyici maddələrin paylanması atmosferin yuxarı qatlarında getdiyindən onların yer səthinə keçməsi praktiki olaraq mümkün olmur.

Tüstülənmə şəklində. Bu halda atmosferin aşağı təbəqəsi normal mənfi qradiyent və yuxarı təbəqəsi inversiya vəziyyətində ola bilər. Belə hal səhərlər günəş şüalarının təsiri nəticəsində inversiya təbəqəsinin yayılması zamanı müşahidə edilir. Atmosferin belə strukturuna tüstü buludu yer səthində paylananda təsadüf olunur. Bu isə arzu edilməz haldır.

Belə bir vəziyyət ancaq tüstü boruları üçün daha çox qorxuludur, çünki burada inversiya təbəqəsi borunun çıxışına

yaxın olduğundan tüstü buludu da tüstü borusuna çox yaxın olur. Nəticədə, zərərli maddələrin boruya yaxın konsentrasiyası çoxalmış olur.

Buradan belə nəticəyə gəlmək olur ki, atmosferin aşağı qatlarında qazlaşmanın çox getməsi nöqtəyi-nəzərdən ən qorxulu təbəqə adiabatik qradiyent yuxarı olan birinci tip atmosfer təbəqəsidir. Beşinci tip atmosfer quruluşu isə ən çox alçaq tüstü boruları üçün qorxuludur, çünki, burada inversiya təbəqəsi tüstü borusunun çıxışından aşağıda yerləşir.

Adətən, real hal üçün tüstü selinin tüstü selinin trayektoriyası aşağıdakı kimi ifadə edilir:

$$z = kx^n \quad (8.39)$$

Burada k -- mütləq əmsaldır, hidrodinamiki və istilik qalxmalarının cəmindən ibarətdir, yəni

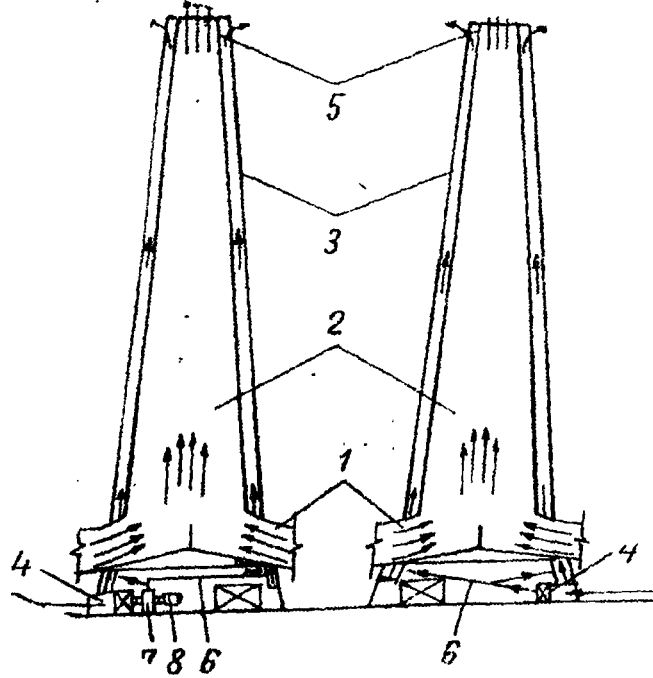
$$k = \sqrt{\frac{\omega_0 D_0}{u} k_h + \frac{\omega_0 D_0^2 \Delta T}{\varepsilon_y u^3 T_q}} \cdot k_q \quad (8.40)$$

Burada K_h , K_T -- selin ümumi qalxmaya nəzərən hidrodinamiki və sıxlıqlar fərqi görə qalxmanı xarakterizə edən əmsallardır.

Bu əmsalları ancaq təcrübə yolu ilə öyrənmək mümkündür. Lakin təcrübələrin aparılması bir sıra çətinliklərlə bağlıdır, yəni təcrübəni aparmaq üçün təyyarə və ya vertolyotlardan istifadə edilməlidir.

Natural təcrübələrin nəticələrinə görə $K_h=0,42$ və $K=0,3$ qəbul edilir.

Əgər tüstü selinin son vəziyyətdəki şəkli məlum olsa, onun hərəkət trayektoriyasını bilməklə qalxma hərəkətini müəyyən etmək olar.



Şəkil 8.4. Ventilyasiya məsaməsi olan tüstü borusunun sxemi
a ventilyasiya havası məcburi hərəkət etdirilən (sorulan) tüstü
borusu. b – ventilyasiya havası öz-özünə sorulan tüstü borusu;
1 – qazın giriş yolu; 2 – qazın çıxış yolu; 3 – ventilyasiya məsaməsi;
4 – havanı qızdırmaq üçün buxar kaloriferi; 5 – çıxış pəncərəsi;
6 – hava keçiricisi; 7 – ventilyator; 8 – elektrik mühərriki

Tüstü məşəlinin çox uzun olması onun zəif qalxması zamanı müşahidə olunur. Bu zaman onun hərəkət trayektoriyası parabola yox, başqa şəkildə olur. Natural təcrübə verilənlərinə görə qaz selinin hərəkət trayektoriyasının ifadəsi aşağıdakı kimi olur:

$$z = k \cdot x \quad (8.41)$$

Tüstü selinin hərəkət trayektoriyasının dəyişməsi $x/D_0 = 120$ nisbətində müşahidə olunur. Bu halda qaz məşəlinin

qalxması (8.39) düsturu ilə hesablanılır. Burada $x/D_0 = 120$ nöqtəsində məşəlin qalxması (8.39) və (8.41) ifadələrində eyni olduqlarından $k \cdot x^{0.5} = k_d \cdot x^{0.5}$ yazmaq olar. Burada $k_d x > 120 D_0$ sahəsində uzunluğa görə hərəkət trayektoriyasının mütənasiblik əmsalıdır.

Onda yuxarıdakı ifadədən yazı bilirik:

$$k_d = 2,05 k D_0^{0.5} \quad (8.42)$$

Burada tüstü borusunun çıxışında tüstü selinin qalxma sürətini bilərək və səpələnmə nöqtəsində turbulent diffuziyasının düsturunu həll edərək, zəhərləyici maddələrin konsentrasiyasını tapmaq olar. Şəkil 8.4. tüstü borusunun sxemi verilmişdir.

FƏSİL IX ATOM ELEKTRİK STANSİYALARININ RADIOAKTİV TULLANTILARI

9.1. AES-lərdə radioaktiv tullantıların yaranma mənbələri.

AES-də nüvə yanacaqlarından istifadə etməklə, elektrik enerjisi istehsal edilir. Lakin nüvə yanacağının çoxdəfəli istifadəsi sahəsində ən mürəkkəb sayılan nüvə-yanacaq kompleksinə baxsaq, görürük ki, AES-də bu kompleksin az bir hissəsini təşkil edir.

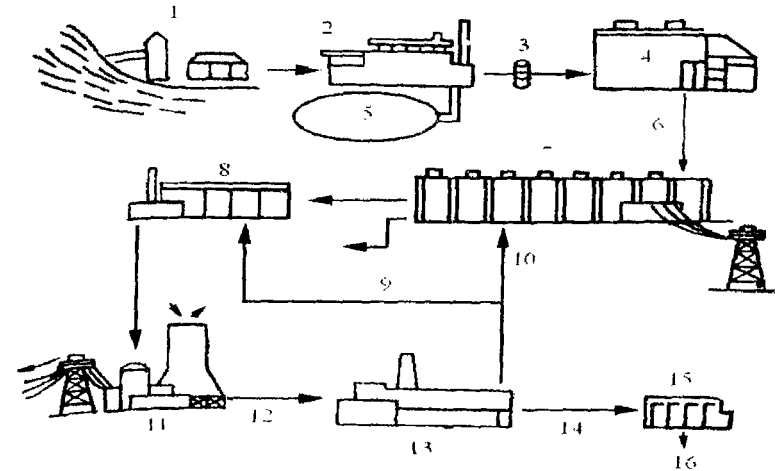
Şəkil 9.1.-də nüvə yanacaq tsiklinin sxemi göstərilmişdir.

Nüvə-yanacaq kompleksi daxilində həmişə radioaktiv və kimyəvi maddələrdən ibarət olan toz-qaz maye və bərk şəkildə tullantılar ayrılır. Bundan başqa, AES-in turbinli kondensatorlarından çoxlu miqdarda isti su çıxır ki, bunlar da su hövzələrinə atıldıqda hövzədəki suyun temperaturunu artırır.

Cədvəl 9.1.-də nüvə yanacaq kompleksindəki tullantıların tərkibində olan radionuklidlər və onların parçalanma müddəti verilmişdir.

Nüvə yanacaq kompleksi ilə bərabər, nüvə yanacağlarının alınma texnologiyası ilə məşğul olan elmi-tədqiqat institutları və başqa təşkilatlar da atmosferin radioaktiv çirklənməsinə səbəb ola bilər. Ancaq AES-ə nisbətən belə təşkilatlarda radioaktiv tullantıları az olur. Buna baxmayaraq əhalisi sıx olan rayonlar üçün bu qorxulu sayılır.

Nüvə-yanacaq komplekslərində tullanmış radioaktiv maddələrin tərkibində həm təbii və həm də süni radionuklidlər ola bilər. Süni radioauklidlər, əsasən AES-in nüvə-yanacağlarının şüalanması nəticəsində əmələ gəlir.



Şəkil 9.1. Nüvə yanacaq tsiklinin prinsiplial sxemi

1 – uran filiz yatağı; 2 – uran zavodu; 3 – U_3O_8 ; 4 – saflaşdırma; 5 – anbar; 6 – UF_6 ; 7 – U^{235} təmizlənməsi; 8 – tvellin hazırlanması; 9 – zəif uran, pulutonium; 10 – regenerasiya olunmuş zəif uran; 11 – AES; 12 – yanımış tvellər; 13 – radiokimyəvi zavod; 14 – yüksək aktivli tullantı; 15 – uzun müddətli saxlama; 16 – son xaric edilmə

Cədvəl 9.1

Nüvə yanacaq kompleksinin tullantılarında olan radionuklidlər

Radionuklidlə	Parçalanma müddəti $T_{1/2}$	Parçalanmanın tipi	Radionuklidlə	Parçalanma müddəti $T_{1/2}$	Parçalanmanın tipi
Təbii nüvə yanacağı			Süni nüvə yanacağı		
U^{238}	$4,5 \cdot 10^9$ il	α	T^3	12,5 il	β
U^{235}	$7 \cdot 10^8$ il	$\alpha\gamma$	Kr^{85}	10,6 il	β, γ
U^{234}	$2,5 \cdot 10^5$ il	α	Sr^{90}	50,4 sutka	β
Th^{232}	18 sutka	$\alpha\gamma$	Sr^{90}	28 il	β
Th^{230}	$8 \cdot 10^4$ il	α	Ku^{106}	1 il	β
Th^{231}	24 sutka	$\beta\gamma$	J^{129}	$1,6 \cdot 10^7$ il	$\beta\gamma$
Ra^{226}	11,4 sutka	$\alpha\beta$	J^{138}	8 sutka	β
Ra^{224}	$1,6 \cdot 10^3$ il	$\alpha\gamma$	Ce^{134}	2,3 il	$\beta\gamma$
Rn^{222}	3,8 sutka	α	Ce^{137}	3 il	$\beta\gamma$
Rb^{210}	21 il	$\alpha\beta$	C^{14}	$5,37 \cdot 10^3$ il	β
Pb^{214}	26,8 sutka	$\beta\gamma$	Pu^{239}	$2,4 \cdot 10^4$ il	α
Po^{210}	131 sutka	α	Zr^{95}	65 sutka	β, γ
Ac^{227}	21,6 il	γ	Nb^{95}	35 sutka	β, γ

Təbii radionuklidlərin tərkibi uran izotoplarının parçalanma məhsulları, süni radionuklidlərin tərkibi isə uranın bölünmə məhsulları və bir sıra aktivləşmiş sərbəst element ilə təyin edilir.

Radioaktiv tullantılar dedikdə, tərkibində normadan çox radionuklidləri olan yarasız bərk və maye maddələr və başqa əşyalar nəzərdə tutulur.

“Radioaktiv və başqa şüalanan maddələrlə işləyən zaman əsas sanitariya qaydaları” qanununa görə, maye tullantılarını o zaman radioaktiv hesab etmək olar ki, onların tərkibində olan radionuklidlərin buraxıla bilən orta illik konsentrasiyaları su hövzələri üçün qoyulan normadan böyük olsun

9.2. AES-lərin radioaktiv tullantılarının ekotoksiki xüsusiyyətləri

Məlumdur ki, sənayenin başqa istehsal sahələrindən fərqli olaraq nüvə-yanacaq kompleksinin özünəməxsus bir neçə xüsusiyyətləri vardır. Bu xüsusiyyətlər əmələ gələn radioaktiv tullantılar, AES-də yaranan radioaktiv elementlər və onların yüksək aktivlik dərəcəsi, istehsalın tez zərərsizləşdirilməsi üçün əlavə xüsusi tədbirlərin görülməsi və s. ilə xarakterizə olunur. Müasir elm və texnikanın inkişaf səviyyəsi radioaktiv tullantılardan və onların tərkibində olan süni radionuklidlərdən istifadə edilməsi məsələlərini çox zaman həll edə bilmir. Bunun üçün yeni axtarışların aparılması və səmərəli texnologiyaların işlənib hazırlanması tələb olunur.

Adətən, təbii radionuklidlərlə zəngin olan radioaktiv tullantıların əsas hissəsi uran filizinin çıxarılması və emalı zamanı əmələ gəlir. Süni radionuklidlər isə şüalanmış yanacaqların radiokimyəvi zavodlarda emalı zamanı əmələ gəlir.

Sözsüz ki, radioaktiv tullantıların əsas hissəsi etibarlı yerlərdə ciddi nəzarət altında qorunub saxlanılır. Lakin onların saxlanması üçün görülən ciddi tədbirlərə baxmayaraq onlar az

da olsa biosferaya keçə bilir. Uzun müddət yaşaya bilən radionuklidlər su hövzələrinə, atmosfərə və başqa mənbələrə düşdükdə orada praktiki olaraq yoluxdurucu xəstəliklər üçün daimi şərait yaradır. Bəzi alimlərin fikrincə belə çirklənmələr gələcəkdə insan həyatının, faunası (heyvanat aləmi) və florasının (bitki aləminin) inkişaf tərzinin tamam dəyişməsinə səbəb olacaq.

Radioaktiv tullantıların qorunması və istifadə edilməsi üsulunun əsas kriteriyası onların insanlarla və ətraf mühitə pis təsirlərinin sanitariya gigiyena normasından aşağı salınması ilə müəyyən edilir.

Ətraf mühitin mühafizəsini iki yolla təmin etmək mümkündür.

1. tullantıların minimuma qədər azalması və tam aradan qaldırılması, yaxud da maksimum istifadə edilməsi yolu ilə;

2. tullantıların düzgün istifadə edilməsi, qorunması və basdırılmasına nəzarət aparılması yolu ilə.

Təbiidir ki, ilk növbədə radioaktiv tullantılarından maksimum faydalı istifadə edilməli, sonra isə atılan hissəsi ciddi nəzarət altında mühafizə olunmalıdır.

İnsanların və ətraf mühitin mühafizəsi ilk növbədə az tullantıları və ya tullantısız texnologiyaların tətbiqi ilə mümkündür. Az tullantılı və tullantısız texnologiyaların tətbiqi, yeni texnologiyanın və işləyən texnologiyaların tədricən dəyişdirilməsi yolu ilə dəyişdirilməsi yolu ilə aparılır. Bəzən köhnəlmiş avadanlıqların təkmilləşdirilməsi ilə də az tullantılı qurğular yaratmaq olur. Bu zaman dövrü su və qaz sistemlərinin yaradılması daha böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Radioaktiv tullantıların mühafizəsi, istifadə edilməsi və onlar üzərində nəzarət aparılması bir neçə amillərlə müəyyən edilir. Bunlardan ən başlıcası tullantıların miqdarı və keyfiyyəti, onların aqreqat halı, müəssisənin yerləşdiyi yer, tullantıla-

rın gələcəkdə istifadə edilməsinin mümkünlüyü və s.-dir.

Analiz göstərir ki, müasir insanlar nəinki təbii şüalanmalara məruz qalır, həm də onların həyat fəaliyyətində əmələ gələn radionuklidlərə qarşı da mübarizə aparır.

Hazırda nüvə yanacaq komplekslərinin qurulması ilə biosferaya keçən radionuklidlərin hesabına əhalinin aldığı şüalanma dozası çox da böyük deyildir. Ancaq hesablamalar göstərir ki, 2000-ci ildə nüvə-yanacaq kompleksinin hesabına şüalanma dozası 15-20 dəfə arta bilər. Əlbəttə, yuxarıda göstərilən rəqəmlərin əksəriyyəti bütün dünya əhalisi üçün orta qiymətdə verilir. Radioaktiv şüalanmanın əhaliyə olan məhdud təsiri xeyli böyük ola bilər. Məsələn, nüvə-yanacaq kompleksi müəssisələrinin 200 km məsafəyə qədər yaxınlığında yaşayan əhalinin şüalanma dozası bəzi səbəblərdən asılı olaraq 0,1-dən 60%-ə qədər dəyişə bilər.

Əlavə şüalanma dozası insanlarda şiş xəstəlikləri və genetik zədələnmələrin yaranmasına səbəb olur. Ancaq qeyd etmək lazımdır ki, bu məsələ hələ də tam isbat edilməmişdir. Buna baxmayaraq əhalinin təhlükəsizliyini təmin etmək üçün onlarda əlavə şüalanma dozasının qarşısı alınmalıdır.

Nüvə energetikasının inkişafı ilə əlaqədar olaraq gələcəkdə nüvə-yanacaq kompleksində olan bütün texnologiyalarda aparılan əməliyyatların təkmilləşdirilməsi aparılacaqdır. Bunun nəticəsində də şüalanma dozalarının azaldılması mümkün olacaqdır. Yəni 3-6 adam rad/MVt. el, ildən artıq olmayacaqdır.

ABŞ alimləri AES-də insan üçün ölüm halını tədqiq etmişlər və ölüm qorxusu yaradan başqa sahələr ilə müqayisə edərək belə bir nəticəyə gəlmişlər ki, AES-də və onlara yaxın rayonlarda olan əhalinin ölüm qorxusu avtomobil qəzası və ya təbii fəlakətlər nəticəsində baş verən ölüm qorxusundan çox azdır. Bunu aşağıdakı 9.2 sayılı cədvəldən verilmiş rəqəmlərdən daha aydın görmək olur.

Cədvəl 9.2.

Qəzalar	Qorxululuq ehtimalı, adam/il
Xərçəng xəstəliyinin bütün növləri	$1,6 \cdot 10^{-3}$
Avtomobil qəzaları	$2,3 \cdot 10^{-4}$
Zəhərlənmələr	$1,2 \cdot 10^{-6}$
İldırım zərbəsi	$8 \cdot 10^{-7}$
Təbii fəlakətlər	$6 \cdot 10^{-7}$
AES-lər ətrafında yaşayanlar	$1 \cdot 10^{-10}$

Nüvə-yanacaq kompleksinin müəssisələri tərəfindən ətraf mühitə təsir edən əsas amillər bunlardır:

1. insanların, faunaların və floraların yaşaması üçün əsas olan havanın radioaktiv və kimyəvi maddələrlə çirklənməsi;
2. istilik tullantıları;
3. torpaq sahələrinin korlanması;
4. istifadə olunan torpaq sahələrinin yararsız hala salınması.

Adətən, nüvə-yanacaq kompleksindən atmosfərə atılan radionuklidlərin miqdarı su hövzələrinə atılan miqdardan iki dəfədən çox ola bilər. Lakin müəyyən vaxtlardan sonra hava hövzəsində olan radionuklidlərin çox hissəsi yenidən yer səthinə qayıda bilər.

Dünyanın bir çox alimləri belə hesab edirlər ki, ekologiya bitki, heyvan aləmindən ən həssası insandır. Lakin son zamanlar aparılan tədqiqatlar göstərir ki, insanlar üçün sanitariya-gigiyena norması olan radionuklidlər, su hövzələrində yaşayan hidrobiontlar üçün (suda yaşayan canlılar) daha çox təhlükəli norma sayılır. Bu normada hidrobiontlar nəinki törəyib arta bilmir, hətta məhv olur. Radionuklidlər dib çöküntülərinə topladıqda daha çox təhlükəli olur.

Uran filizi çıxarılarda insana və ətraf mühitə təsir edən əsas radioaktiv maddələr radon və α şüaları buraxan aerosollarıdır. Aparılan təcrübələr göstərmişdir ki, uran filizini çıxaran və emal edən müəssisələrdən ətraf mühitə keçən radon və radioaktiv aerosolların miqdarı başqa sahələrə nisbətən az olur. Ən çox radioaktiv çirklənmələr dambalarda, hövzələrdən 200 m radius boyunca yerləşən bütün torpaq və bitkilərdə olur. Burada torpağın radioaktiv çirklənməsi $5 \cdot 10^{-7}$ Ki/kq, bitkilərdə isə $3 \cdot 10^{-6}$ Ki/kq-a qədər ola bilər. Son radioaktiv tullantılar saxlanan mühafizə anbarlarının ətrafında olan torpaqların radioaktiv çirklənməsi 500-700 m-ə qədər radiusda müşahidə edilir.

Nüvə-yanacaq kompleksi müəssisələrində istilik tullantısı ancaq AES-də ola bilər. Burada praktiki olaraq bütün izafi istiliklər soyuducu su ilə kənar edilir. AES-də hər qoyulmuş gücə görə kənar edilən istiliyin miqdarı İES-ə nisbətən 1,5 dəfə çoxdur.

İstər AES-də istərsə də İES-də su hövzələrinə atılan istilik, hövzədəki suyun bütün göstəricilərinə mənfi təsir edir. Məsələn, suyun temperaturu, üzvi çevrilmələr, onun rəngi, iyi və s. xeyli dəyişir. Bu isə öz növbəsində, canlı orqanizmlərin məhv olmasına, nəslin kəsilməsinə və s. səbəb olur.

Nəzərə almaq lazımdır ki, 2000-ci ildə keçmiş ittifaqda energetikanın tələbatını ödəmək üçün istifadə ediləcək su sərfi ölkədəki bütün çayların və axın suları həcmnin 1/3-nə bərabər olacaqdır. Bu suyun çox hissəsi AES-in istifadəsinə veriləcəkdir. Təbii ki, AES-də atılan çirkab sularının həcmi də böyük olacaqdır. Atılan sularda az da olsa radionuklidlərin olması AES-in su təchizatı məsələsini çox çətinləşdirir. Ona görə də gələcək AES-in qurulması və inkişafı ilk növbədə su probleminin həllini tələb edir.

9.3. AES-də radioaktiv təhlükəsizlik normaları

Nüvə reaktorlarında nüvənin bölünməsi zamanı insan orqanizminin fəaliyyətini pisləşdirən α və γ hissəcikləri, neytronlar γ kvantları ayrılır. Bunlara qarşı xüsusi təhlükəsizlik tədbirləri aparılır.

Atom energetikası qurulan rayonlarda əhalinin radiasiyadan qorunmasını təmin etmək üçün sanitariya mühafizə zonası təşkil edilir. Bu zona daxilində müəssisəyə aid olmayan yaşayış binalarının, uşaq bağçalarının və şəxsi tikililərin yerləşdirilməsi qəti qadağan edilir. Sanitariya mühafizə zonasında radiasiyanın vəziyyəti sisteməlik olaraq yoxlanılır.

Məlumdur ki, İES-də normallaşdırıcı qiymət atmosfərə və su hövzələrinə atılan zərərli maddələrin buraxıla bilən birdəfəlik konsentrasiyaları götürülür, AES-də isə insanların uzun müddətdə aldığı buraxıla bilən şüalanma dozası qəbul edilir.

Şüalanma obyektlərində müxtəlif şüaların təsirindən yaranan bütün dəyişikliklər udulan şüa enerjisinin qiymətindən asılıdır.

Hər bir şüalanmış əşyanın udduğu şüa dozası qrey (Qy) ilə ölçülür, $1 \text{ Qy} = 1 \text{ C/kq}$

Son vaxtlara qədər şüalanma dozası rad. ilə ölçülürdü. $1 \text{ rad} = 0,01 \text{ Qy}$.

Xroniki şüalanmanın təhlükəli dərəcəsini düzgün xarakterizə etmək üçün ekvivalent doza anlayışından istifadə edilir. Şüalanmanın ekvivalent dozası yeni vahidlər sistemində Zivers köhnə ölçü vahidlər sistemində isə ber ilə ölçülür, $1 \text{ Zv} = 100 \text{ ber}$.

Şüalanmanın ekvivalent dozası aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$H = \sum_{i=1}^n D_i Q_i \quad (9.1)$$

Burada i – müxtəlif şüanın sayı; D – udulan şüaların dozası, qrey; Q – şüa udmanın orta qiymətidir.

Şüalanmış adamları, buraxıla bilən doza həddinə görə 3 kateqoriyaya bölürlər:

A kateqoriyası – bilavasitə şüalanma mənbəyində işləyən istismarçılar.

B kateqoriyası – əhalinin məhdud hissəsi – bilavasitə şüalanma mənbəyində işləmir, ancaq şüalanmaya məruz qala

bilərlər:

V kateqoriyası – vilayət, ölkə, respublika əhalisi mənbədən kənardır.

İnsan orqanizminin orqanlarının radioaktiv həssaslığına görə 3 qrupa bölürlər:

I qrup – bədən bütün hissəsi və qırmızı sümük ili.

II qrup – əzələlər, boğaz vəzləri, qaraciyər, böyrək, mədə-bağırsaq yolları, ağ ciyər, göz bülluru və s.

III qrup – dəri örtüyü, sümük hüceyrələri, əl barmaqlarının oynaqları, qol hissəsi və s.

Orqanizmdə orqanların qruplara bölünməsindən asılı olaraq təhlükəsiz radioaktiv normasının qiyməti A kateqoriyası üçün bir ildə buraxıla bilən doza həddi (BBDH) və B kateqoriyası üçün isə bir ildəki doza həddi (BBD) qəbul edilmişdir.

A kateqoriyası daxil olan peşəkar istismarçılar üçün T il müddətində toplanan ekvivalent doza aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$H = BBDH \cdot T \quad (9.2)$$

Hər hansı bir halda A kateqoriyası istismarçılar üçün 30 illik iş müddətində toplanan dozanın miqdarı 12 BBDH qiymətindən yuxarı olmamalıdır.

Orqanlar üçün onlara daxil olan illik buraxıla bilən doza və radionuklidlərin buraxıla bilən tərkibi BBDH qiymətinə görə hesablanmışdır.

Əgər nuklidlərin tərkibi barədə verilənlər məlum deyilsə, onda nəfəs orqanları vasitəsilə orqanizmin başqa orqanlarına daxil olan BBDH, illik daxil olan doza və radionuklidlərin buraxıla bilən konsentrasiyası aşağıdakı qiymətlərdə daxil edilir: BBDH mKki/il..... 0,001. Buraxıla bilən konsentrasiya Ki/l (A kateq üçün): $4 \cdot 10^{-16}$ illik daxil olan buraxıla bilən doza. mKki/il0,0001. Buraxıla bilən konsentrasiya (B kateqoriyası üçün). Ki/L $3 \cdot 10^{-17}$

Qidalanma nəticəsində orqanlara illik daxil olan buraxıla bilən doza və radionuklidlərin sutkalıq konsentrasiyası B kate-

qoriyası üçün aşağıdakı qiymətlərdə qəbul edilir.

İllik daxil olan buraxıla bilən doza, mKki/il ...0,03

Buraxıla bilən konsentrasiya (B kateqoriyası üçün) Ki/L $3 \cdot 10^{-11}$

Radioaktiv maddələrin aktivliyi onların vahid zamandakı nüvə çevrilmələri ilə müəyyən edilir. 1 saniyədə baş verən bir nüvə çevrilməsi, yeni vahidlər sistemində bekkere (Bk) adlanır. Köhnə vahidlər sistemində isə aktivlik Kyuri (Ki) ilə ifadə edilir.

$$1 \text{ Ki} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Bk.}$$

İstehsal müəssisələrində radioaktiv maddələr insan orqanizminə nəfəs yolları ilə keçir.

Radioaktiv maddələrin su və hava hövzələrində BBDH ilə buraxıla bilən orta illik konsentrasiyası (BBOİK) arasında asılılıq aşağıdakı kimi yazılır:

$$BBDH = 10^6 \cdot BBOİK \cdot V,$$

Burada V – bir ildə insan orqanizminə daxil olan su və ya havanın həcmidir, l/il. A və B kateqoriyaları üçün havanın həcmi $25 \cdot 10^6$ l/il, V kateqoriyası üçün havanın həcmi $7,3 \cdot 10^6$ l/il, suyun həmi isə 800 l/il

AES-də hava hövzələrinin radioaktiv çirklənməsi üç mənbədən baş verir.

1. Nüvə yanacağının bölünməsi zamanı bərk və qaz halında olan maddələrin əmələ gəlməsi nəticəsində nüvə parçalanması zamanı əmələ gələn qaz halında olan maddələrin hava hövzəsinə düşmə ehtimalı daha böyükdür. Qaz halında olan radioaktiv maddələrin əsas tərkibini yod təşkil edir.

2. Neytronların I konturda istilik daşıyıcısına və ətrafdakı havanın təsiri ilə ətraf havanın tərkibində olan arqon – 40 qazı daha çox radioaktivləşmiş olur və bu qazdan yeni arqon – 41 və aktivləşmə izotopu da alınır. Bu izotopların yarımparçalanma dövrü 1,82 saat olur. Arqonla bərabər havada olan toz hissəcikləri də radioaktivləşə bilər.

3. Tvellərin örtüyünün dağılması, yod izotoplarının və ak-

tiv təsirsiz qazların olması və istilik daşıyıcısının sızması aerozolların əmələ gəlməsi və s. nəticəsində.

AES-də müxtəlif texnoloji proseslərdən müxtəlif miqdarda radioaktiv qaz məhsulları atılır. Bunları aktivsizləşdirmək üçün müxtəlif təmizləyici texnologiyalar aparılır. AES-də, həm də müxtəlif köməkçi avadanlıqlar və elementlər radioaktiv çirklənməyə səbəb ola bilər. Bunlara nümunə olaraq, radioaktiv tullantıları saxlamaq üçün qurulmuş hovuzları göstərmək olar. Bununla əlaqədar olaraq, AES-də xüsusi təmizləyici stansiyalar təşkil edilir. Yalnız təmizləyici stansiyalardan sonra çirkəb sular kanalizasiyaya və təmizlənmiş qazlar isə ventilyasiya borusu vasitəsi ilə atmosferin yuxarı qatlarına atılır.

AES-də radioaktiv qazların atmosfərə atılması ventilyasiya borusunun hündürlüyündən asılı olaraq aparılır. Məsələn, ventilyasiya borusunun hündürlüyü 100 m olan AES-də maksimum yol verilən radioaktiv atılma aşağıdakı qiymətlərdə qəbul edilmişdir.

Cədvəl 9.3

Elementlərin adları	Tullantı Ki/sutka
Stronsium 90 və stronsium 89 (cəmi)	10^{-3}
Yod 131	0,1
β və α aktivliyi olan aerosol (stronsium və yod nəzərə alınmır)	0,5
Radioaktiv və təsirsiz qazlar (kriptonun, ksenonun) və arqonun izotopları	3500

Yuxarıda göstərilən radioaktiv tullantıların hər birinin qiyməti ümumi cəm qiymətindən az olmalıdır. Əgər ventilyasiya borusunun hündürlüyü 100 m -dən yuxarı olarsa, onda yuxarıda göstərilən radioaktiv maddələrin norma qiymətləri böyük götürülə bilər.

9.4. Nüvə yanacaq kompleksində radioaktiv tullantıların uzun müddət etibarlı saxlanması və basdırılması

Nüvə yanacaq kompleksində radioaktiv tullantıların uzun müddət saxlanması və basdırılması əsasən üç əməliyyatla əlaqədardır: uran filizin çıxarılması və emalı, AES-də elektrik enerjisinin alınması və şüalanmış yanacağın emalı.

Əgər uran geniş miqyasda çıxarılanda radioaktivliyə qarşı müəyyən tədbirlər görülməzsə onda radioaktiv şüalanma insanlara və ətraf mühitə ciddi təsir göstərir. Bununla əlaqədar olaraq nüvə yanacaqları çıxarılan və emal edilən rayonlarda tullantılara qarşı olan münasibət ətraf mühitin tələbi ilə müəyyən edilir. Tullantılarla davranma üsulu seçiləndə ətraf mühitin əsas xarakterik cəhətləri, onun coğrafi mövqeyi, seysmik dərəcəsi, hidrogeologiyası, mineralogiyası, faunaları və iqlimi məlum olmalıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, nüvə yanacaqlarının çıxarılması, emalı və tullantılara qarşı münasibət iqlim şəraitindən çox asılıdır. Yağışların tez-tez yağması, onların miqdarı və mövsümə görə bölünməsi, küləyin sürəti və istiqaməti, sutka və mövsüm ərzində temperaturun dəyişməsi – bunlar hamısı radioaktiv tullantıların etibarlı saxlanması və basdırılması üsullarına böyük təsir edir. Məsələn, yağışların tez-tez yağması radioaktiv maddələrin boş süxurlardan yuyulub aparılmasına və filiz bələnsinin dəyişməsinə səbəb olur. Məlumdur ki, coğrafi amillər indiki və gələcək qida məhsullarının istehsalı üçün istifadə edilən torpaqları özündə əks etdirməklə çay axınlarının mövcud olmasını və onların yaşayış məntəqələrinə və şəhərlərə yaxın olmasını göstərir. Rayonun geologiyası və seysmik dərəcəsi isə radioaktiv tullantıların saxlanması və basdırılması üsulunun düzgün seçilməsinə imkan verir. Burada, sızılan məhsullarla təbəqəli süxurlar arasında gedən qarşılıqlı təsir nəticəsində tullantılarda olan radionuklidlər süxurlara vaxtaşırı keçir (miqrasiya edir).

Filiz mineralogiyası və ilk süxur qatları tullantılara və uranın köçmə xüsusiyyətinə qarşı tikilən bəndlərin (damba) əsas məsələlərin həllinə çox təsir edir. Hidrologiya, radioaktiv tullantılar saxlanan rayonlarda radionuklidlərin yeraltı sulara keçməsinə və bu suların mühafizə olunmasının çox yaxşı bildirir. Ona görə də, radioaktiv tullantılar saxlanılan rayonların hidrogeoloji şəraiti hərtərəfli öyrənilir. Burada ən başlıcası torpaq sularının vəziyyəti və dəyişməsi, yeraltı təbii suların axma istiqamətləri və bu suların yeraltı ehtiyatlarıdır.

Radioaktiv tullantılardan mühafizə flora və faunalara görə də aparılmalıdır. Burada radionuklidlərin saxlanmasına və basdırılmasına qoyulan tələbat daha ciddi və sərt olur. Radioaktiv maddələrin az da olsa ətraf mühitə düşməsi ekologiya sisteminə tarazlığı pozur və bütün ahəngdarlığı dəyişə bilər. Ağır metal elementləri və kimyəvi tullantıların çay sularında atılması böyük lül qatışıqlarının əmələ gəlməsinə, qiymətli balıq növlərinin məhv olmasına və məhsuldarlığın azaldılmasına səbəb olur.

AES-in radiokimyəvi zavodların orta aktiv və yüksək aktiv tullantıları daha çox qorxu törədir. Bunların yeraltı anbarlarda saxlanması və basdırılması bərk halda aparılmalıdır. Yeraltı anbarların tikilməsi üçün 300-1000 m dərinlikdə yerləşən qaya süxurları (qranitlər, bazaltlar*, gil, qneyslər** və s.), duz yataqları, gips anhidrid qatları və s. daha münasib sayılır.

Az və orta aktivliyə malik radioaktiv tullantıları basdırmaq üçün yeraltı rezervuarlardan, karst*** süxurlardan ibarət olan mağaralardan, üstü bağlanmış xəndəklərdən və s. istifadə edilə bilər.

Bərk radioaktiv tullantıların yeraltı anbarlarda basdırılmasını həll edən zaman bütün geoloji çöküntülərin öyrənilməsi kompleks şəkildə aparılmalıdır. Bu məsələyə geoloqlar, geofiziklər, istilik fizikası üzrə mütəxəssislər, sanitariya gigiyena mütəxəssisləri, fiziklər, kimyaçılar və s. cəlb edilməlidirlər. Bu problemin mürəkkəb olduğunu nəzərə alaraq, göstərilənlər məsələlərin həllini mərhələ ilə aparmaq lazımdır.

9.5. Nüvə xammal yanacaqlarının az tullantılı və tullantısız texnologiya ilə emalı

Müasir dövrdə insan fəaliyyəti, ətraf mühitə təsir etmədən təbii ehtiyat mənbələrindən təbiətin ehtiyat mənbələrindən səmərəli və məhsuldar istifadə edilməsi ilə xarakterizə edilir.

Elmi-texniki inqilab təbiətə təsir etmək üçün insanları güclü maşınlarla silahlandırmış və insan ilə təbiət arasındakı keyfiyyət münasibətlərini tamamilə dəyişdirmişdir. İndi elə bir vəziyyət yaranmışdır ki, insan əməyinin fəaliyyəti nəticəsində təbiətdə çevrilmələr yaradan güclü qüvvələr yaranmışdır və bu qüvvələrin təsiri ilə baş verən dəyişikliklərin sürəti biosferanın təkamül dəyişikliklərindən çox sürətlidir. Yeni istehsal proseslərinin yaranması, çox sahəli məhsul istehsalı texnologiyaların qurulması, süni kimyələşdirmə – bunlar hamısı ekologiya üçün böhran vəziyyətinə düşməsinə səbəb olmuşdur.

Buradan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, gələcək şüurlu insan nəslinin yetişdirilməsi və bəşəri mədəniyyətin inkişafı üçün bütün istehsal texnologiyaları az tullantılı və ya tullantısız layihə sxemləri üzrə aparılmalıdır. Belə texnologiyaların inkişafı ilk növbədə atom sənayesində nəzərə alınmalıdır.

Tullantısız və ya az tullantılı texnologiyaları ilk dəfə Rusiya EA-da yaradılmış, inkişaf etmiş kapitalist ölkələrdə tətbiq olunmuşdur.

Tullantısız və ya az tullantılı texnologiyalar ətraf mühitin tələbini ödəmək üçün, əsasən, aşağıdakı iki şərti yerinə yetirməlidir:

1. təbii suyun, havanın, enerjinin və reagentlərin sərfi minimum olmalıdır;
2. qapalı tsiklin təşkili nəticəsində xammal və materiallardan səmərəli istifadə edilməli, hazır məhsulların və komponentlərin istehsalı tullantısız olmalıdır, həm də müəssisələrdə biosfera çirklənməməlidir.

Atom energetikasının inkişafı ilə radionuklidlərin də artır.

Atom energetikasının ilk inkişafı günlərindən nəzərə alınmışdır ki, onların geniş miqyasda yayılması ancaq minimum miqdarda tullantı alınması, yüksək effektiv təmizləmə üsulların tətbiqi və tullantıların tam zərərsizləşdirilməsi şəraitində mümkündür. Tullantısız və az tullantılı texnologiyaların tətbiqi yeni proseslərin və aparatların istifadəsi zamanı daha effektiv olur.

Nüvə yanacaq komplekslərində uran filizinin emal edən hidrometallurgiya zavodunun qapalı su təchizatı sxemə keçməsi, tullantısız texnologiyalar üçün yaxşı nümunədir.

Burada yüksək effektivə malik sorbsiya və ekstraksiya proseslərinin tətbiqi nəticəsində tullantısız texnologiya ilə təmiz uran alınır.

Təmiz uranın sıxlaşmış pulpalardan alınması dövrü su sxemi ilə aparıldığından tullantıların miqdarı çox az olur. Süzgəcsiz texnoloji sxemlərin tətbiqi tullantıların miqdarı yüz dəfələrlə azaltmağa imkan verir.

Yeni sorbsiya və ekstraksiya üsullarının tətbiqi nəticəsində bütün uran filizlərinin emalı yüksək texniki və iqtisadi göstəricilər səviyyəsində aparılır. Bu zaman filizdə olan uranla bərabər fosfor və molibden də istifadə olunur.

Süzgəcsiz texnoloji sxemlərin iş prinsipi belə izah edilir: uran filizi xırdalandıqdan sonra qarışdırıcı rekordlara verilir və burada qələvi ilə möhkəm qarışdırılır. Qələviləşmiş filiz pulpasının qum hissəciklərindən ayırmaq üçün hidrosiklona verilir. Sonra hidrosiklonda təmizlənmiş pulpa xüsusi sorbentlərlə yüklənmiş aparatlara daxil olur. Burada uranın və başqa metalların udulması ilə pulpanın ayrılması gedir. Urandan ayrılmış pulpanın əhəng ilə neytrallaşdırdıqdan sonra yeraltı qoruyucu anbarlara göndərilir. Burada pulpa çökdükdən sonra suyu yenidən emal prosesinə qaytarırlar.

Hazırda nüvə yanacaq kompleksində bu metoddan geniş istifadə edilir.

Nüvə-yanacaq kompleksinin digər müəssisələrində dövrü su sxeminin tətbiqi nisbətən çətindir. Burada məhdud

elementlərin məhlulda az da olsa qalması elementlərin ayrılması və təmizlənməsini çətinləşdirir. Lakin burada da sorbsiya və ekstraksiya proseslərinin tətbiqi dövrü su sxeminə keçməyə imkan verir və nəticədə maye tullantıların miqdarı xeyli azalır.

Tullantısız texnologiyaların tətbiqi bir çox mürəkkəb məsələlərin həllini tələb edir. Məsələn toz-qaz şəkilli tullantıların minimuma endirilməsi maye tullantıların dövrü sxemdə təmizlənməsi, bərk tullantıların utilizasiya – olunması və s. adətən, nüvə yanacaq kompleksin bütün əməliyyatların da aerosol və qaz şəkilli məhsulların ayrılması gedir. Bu tullantıların fiziki və kimyəvi xassələri xam məhsulun dispres tərkibindən asılı olur.

Toz-qaz təmizlənməsinin əsasını texniki-iqtisadi üstünlüklə bərabər yüksək konsentrasiyalı maddələrin alınması və aerosol tullantıların az miqdarda ayrılması təşkil edir. Əlbəttə, tələb olunan təhlükəsizliyi təmin etmək üçün əsas şərt aparatların və boru kəmərlərinin hermetik olması, tez uçan kimyəvi maddələrin az uçan kimyəvi maddələrlə əvəz edilməsi və ən başlıcası texnoloji intizamın düzgün və ciddi aparılmasıdır.

Nüvə yanacaq komplekslərində aerosollar uran filizi çıxarılan və nəql olunan quru məhsullar qarışdırılarda tvəllər üçün yanacaq altında, tvəllər hazırlananda, şüalanmış tvəllərin emalında və s. əmələ gəlir. Əmələ gələn aerosolların ölçüləri mikroskopik ölçülərdən 100 nm-ə qədər və çox ola bilər.

Qaz şəkilli tullantılar uranın qələviləşdirilməsi, kimyəvi maddələrin çökdürülməsi, pulpaların neytrallaşdırılması, şüalanmış tvəllərin həll edilməsi və s. proseslərdə yaranır. Qaz-hava qarışığının tərkibi xammalın tərkibindən, reaksiya məhsullarından və temperaturun qiymətindən asılıdır.

Adətən, toz-qaz qarışıqları onların tərkibindəki radioaktiv maddələrin qiymətindən asılı olaraq təmizlənir. Əgər bu qiymət əhəli yaşayan rayonlar üçün buraxıla bilən norma qiymətindən və yaxud da buraxıla bilən həddən böyük olarsa, onda mütləq təmizləmə prosesi aparılmalıdır. Təmizlənmiş toz-qaz qarışığı

ventilyasiya borusu vasitəsilə atmosfərə atılır.

Qaz-hava qarışığında olan toz hissəcikləri onların dispres tərkiblərindən asılı olaraq, xaric edilir. Təmizləmə prosesini aparmaq üçün tsiklonlu, lifli, metal qırıntılı və xortumlu süzgəclərdən istifadə edilir. Tutulan tozları istifadə etmək lazım gəldikdə bəzən nəm tutma metodundan istifadə edirlər. Bunun üçün venturi borusundan, skrubberlərdən və köpüklərdən aparatlardan istifadə edilir. Bəzən də qazşəkilli məhsulları (azot oksidlərini, ammiakı, flüorlu birləşmələri) ayıraraq, onları yarandığı mənbəyə qaytarıb orada istifadə edirlər.

Əgər qaz-hava qarışığında olan NO_2 qazının konsentrasiyası 1 q/m^3 və çox olarsa, onda onu oksigen ilə oksidləşdirərək NO qazına çevirir və sonra su ilə tuturlar. Bu zaman alınan azot turşusu kimyəvi məhlul kimi istifadə edilir. NO qazını tutmaq üçün qələvi metodundan da istifadə edilir. Bu zaman alınan natrium nitratları, kalsium və ammonium nitratları uran filizinin qələviləşdirilməsi prosesində istifadə edilir.

Bərk radioaktiv tullantılar nüvə-yanacaq kompleksinin bütün əməliyyatlarında yarana bilər. Bunlar istehsal məhsulları və ya materialları, yaxud da tələbat əşyaları tullantılardan ibarət olur.

Məlumdur ki, AES-də də radiokimyəvi zavodlarda əmələ gələn bərk radioaktiv tullantıların miqdarı az olur. Bunlar da çirklənmiş süzgəc materiallarında və iontilərdən ibarət olur.

Bərk radioaktiv tullantıların emalı maye radioaktiv tullantılara nisbətən çox çətindir. Burada az tullantılı və tullantısız texnologiyaların qurulmasına bərk tullantılardan istifadə edilməsi məsələlərinin həllinin böyük təsiri vardır. Uran filizinin çıxarılması və emal edilməsi prosesində əmələ gələn tullantıları, çox zaman xüsusi ayrılmış yerlərdə toplayır və bu maddələrdən gələcəkdə hazır məhsul kimi istifadə edirlər.

Radioaktiv təhlükəsizlik normasını görə yaşayış və ictimai binaların tikinti materiallarında olan təbii radionuklidlərin xüsusi aktivliyi, yəni Ra^{226} üçün 10^{-8} Ki/kq , Th^{232} – $7 \cdot 10^{-9} \text{ Ki/kq}$

və K^{40} üçün $2,3 \cdot 10^{-7} \text{ Ki/kq}$ -dan çox olmalıdır.

Radionuklidlərin ümumi cəmi üçün aşağıdakı şərt ödənilməlidir:

$$\frac{C_{Ra}}{10^{-8}} + \frac{C_{Th}}{7 \cdot 10^{-9}} + \frac{C_K}{1,0 \cdot 10^{-7}} \leq 1$$

Burada C_{Ra} , C_{Th} , C_K – uyğun radionuklidlərin konsentrasıyasıdır, Ki/kq .

Adətən, nüvə-yanacaq komplekslərinin müəssisələrində radioaktiv şüalanmış avadanlıqları aktivsizləşdirildikdən sonra təmir edir və yenidən texnoloji proseslərə qaytarırlar. İşdən çıxmış avadanlıqlar isə əvvəlcə metal olma, sonra isə əridilmək üçün peçlərə göndərilir.

Radioaktiv maye tullantıları basdıraraq əvvəlcə onları sementləşdirməklə bərk hala keçirir. Sonra isə bitmullaşdırırlar. Sementləşmə ilə bərkitmə ən geniş yayılmış effektiv üsuldur. Bu proses sadəcə olaraq sementlərə radioaktiv mayenin qarışdırılması yolu ilə aparılır. Tərkibində 150 q/l -ə qədər duzlar olan bütün maye tullantıları bərk hala keçirilməsi sement ilə aparılır. Bitum üsulu ilə bərkitmə aktivliyi olan maye tullantıların basdırılması zamanı istifadə edilir. Bu üsulun çatışmayan cəhəti odur ki, termiki möhkəmliyə və radioaktivliyə az davamlıdır, istilik keçirməsi və yanması pisdır və s.

Son zamanlar yüksək effektivə malik yeni metoddan, yəni şüşələmə metodundan daha geniş istifadə olunur. Təcrübə sınağı nəticəsində öyrənilmişdir ki, bu üsulla alınan bərk maddə yüksək radiasion və istilik möhkəmliyinə həm də davamlı hidrolitik xəstəliyə malik olur.

Lakin qeyd etmək lazımdır ki, orta və yüksək aktivliyə malik tullantıların saxlanması və basdırılması hələ də tam həll edilməmişdir.

9.6. AES-lərdən ətraf mühitə atılan çirkləndirici radioaktiv maddələrin azaldılması

Müasir sənayenin inkişafı son dərəcə böyük olan məhsul həcmnin artması və bununla əlaqədar olan ətraf mühitin çirklənməsi ilə xarakterizə edilir. Ətraf mühitin çirklənməsi ilk növbədə əhalinin sağlamlığına, avadanlıqların korroziya olunmasına və dağılmasına biosferanın bitki və heyvanat aləminə, binaların və qurğuların dağılmasına böyük təsir göstərir. Ona görə də, ətraf mühitin çirklənməsinə qarşı aparılan mübarizə ümumbəşəri bir problem kimi qalmaqdadır. Bu problemin həlli üçün yeganə yol az tullantılı və tullantısız texnologiyaların geniş tətbiqidir. Lakin bəzən belə texnologiyaların qurulmasını çox vaxt tələb edir, bəzən isə çoxlu kapital xərclərinin qoyulması lazım gəlir. Buna baxmayaraq, insan sağlamlığını qorumaq üçün istehsal sahələri tədricən də olsa tullantısız texnologiyalara keçməlidir, zərərli tullantıların maksimum azaldılması və onların atılan miqdarının sabitləşdirilməsi əldə edilməlidir. Müvəqqəti olaraq, vəziyyətdən çıxmaq üçün müəssisələrdə tullantılar üçün norma qiymətləri müəyyən edilməlidir. Yalnız sanitariya norma qiymətlərinə görə su və hava hövzələrinin sanitariya-gigiyena tələbləri ödənilir.

Əgər əhali yaşayan rayonlarda hava hövzəsinə atılan zərərli maddələrin ümumi konsentrasiyası norma qiymətlərindən böyükdürsə və üzürlü səbəbdən onların əmələ gəlməsini azaltmaq mümkün deyildirsə, onda bu maddələrin azaldılması etaplarla aparılmalıdır. Hər bir etapda alınan zərərli maddələrin qiyməti norma qiymətinə bərabər olana qədər dövlət nəzarət orqanları ilə razılaşdırılır. Bəzən müəssisədə texnoloji prosesin pozulması, yaxud da müəssisənin qeyri-ahəngdar işləməsi nəticəsində radioaktiv nuklidlərin konsentrasiyası arta bilər. Bunu nəzərə alaraq, müəssisəətrafı mühit üçün müvəqqəti iş norması və yaxud da yoxlama norması təşkil edilir. Əlbəttə, bu normaların qiyməti buraxıla bilən norma həddindən kiçik

olmalıdır.

Müvəqqəti iş norması və buraxıla bilən norma həddinin qiyməti baş təşkilatlar tərəfindən müəyyən edilir və dövlət orqanlarının razılığı ilə yuxarı təşkilatlar tərəfindən təsdiq olunur.

Müxtəlif mənbələrdən atmosfərə atılan radioaktiv qazların və aerosolların hava kütləsi ilə qarışması onların diffuziyası ilə gedir. Bu zərərli maddələrin atmosferdə yayılması ilk növbədə atmosferin iqlim parametrlərindən, rayonun topoqrafik xüsusiyyətlərindən, tullantıların atılma mənbələrindən zərərli qatışıqların xassələrindən və s.-dən asılıdır.

Atmosfer havasının radioaktivliyə görə təmizlik dərəcəsi radiasiya təhlükəsizlik normasına görə nizamlayır.

Radioaktiv maddələrin atmosfərə atılması mənbələri, yəni ventilyasiya boruları iki növə ayrılır:

- 1) hündür ventilyasiya boruları
- 2) alçaq ventilyasiya boruları.

Hündürlüyü yerləşdiyi müəssisənin aerodinamik kölgəsi-nin hündürlüyündən 20% böyük olan ventilyasiya boruları hündür ventilyasiya boruları sırasına daxildir. Hündür ventilyasiya isti və soyuq tullantılara görə də adlandırılır. İsti tullantıları hündür ventilyasiya borularının parametri $f < 100 \text{ m/san}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, yaxud $\Delta T = 0-2 \text{ } ^\circ\text{C}$ qəbul edilir. Hündür ventilyasiya borularının parametri (f) aşağıdakı düstura ifadə edilir:

$$f = 10^3 \frac{W_{or}^2 D}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (9.3)$$

Burada W_{or} – hava-qaz qarışığının borudan çıxan andaki orta sürətidir, m/san; D – borunun çıxışının diametri, m; H – borunun hündürlüyü, m; ΔT – qaz-hava qarışığı ilə atmosfer arasındakı temperaturlar fərqidir, $^\circ\text{C}$.

Ventilyasiya borularının hündürlüyündən asılı olaraq radioaktiv və kimyəvi maddələrin buraxıla bilən həddi dəyişə bilən və bunlar uyğun düsturlar ilə hesablanır. İsti tullantılı hündür ventilyasiya boruları üçün buraxıla bilən hədd (BBH) q/san və ya Ki/san ilə aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$BBH = \frac{8(BBKH - c_f)}{AF_{mn}} \sqrt[3]{V_2 \Delta T}, (9.4)$$

Burada BBKH – buraxıla bilən hədd konsentrasiyası; c_d – əhali yaşayan rayonların hava hövzəsindəki kimyəvi maddələrin radionuklidlərin fon konsentrasiyası, q/m^3 və ya Ki/m^3 ; V_2 – bir saniyədə ventilyasiya borusundan çıxan qaz-hava qarışığının həcmi m^3/san , A – maddələrin atmosferdə şaquli və üfüqi yayılmasını təyin edən və atmosferin temperatur laylarından asılı olan əmsal, $\frac{2}{3} \cdot C'' \cdot \frac{1}{3} F$ – maddələrin atmosferdə çökmə

sürətinin nəzərə alan ölçüsüz əmsaldır; m, n – qaz-hava qarışığının borudan çıxma şəraitini nəzərə alan ölçüsüz əmsaldır. Çox soyuq tullantılar üçün yaza bilərik:

$$BBKH = \frac{8(BBKH - c_f)}{AF_n D} \cdot H^{4.3} q/san, Ki/san (9.5)$$

Adətən, radioaktiv və kimyəvi maddələrin su hövzələrinə atılması, tullantısız texnologiyaların tətbiqinə kimi icazə verilir, yəni müvəqqəti tədbir kimi qəbul edilir. “Səth sularının çirklənmədən mühafizəsi” qaydasına görə su hövzələrinə atılan çirkab sularının miqdarı məhdud olmalıdır. Bu qaydaya görə, aşağıda göstərilən çirkab sularının su hövzələrinə atılması qəti qadağandır:

- səmərəli texnologiyaların tətbiqi və ya dövrü və təkrar istifadə etmə sxemlərində istifadəsi mümkün olan axıntı suları;

- bu və ya digər müəssisədə istifadə edilə bilən qiymətli maddələri olan axıntı suları;

- tərkibində normativdən yüksək istehsal xammalı, reagentləri, yarımfabrikatları və istehsal məhsulları olan tullantı suları;

- tərkibində buraxıla bilən konsentrasiyası və konsentrasiya həddi məlum olmayan çirkabları olan suları;

- sanitariya normalarına uyğun və yararlı olan suları.

Çirkab suları su hövzələrinə atılan zaman hövzədəki suyun

xassəsinə və tərkibinə qoyulan norma qiymətləri sabit qalmalıdır. Suyun xassəsinə və tərkibinə qoyulan norma qiymətləri hövzədəki suyun istifadə edilmə kateqoriyasından asılıdır. Məsələn, təsərrüfat-icməli suları və yeyinti sənayesində istifadə edilən sular *I kateqoriyalı*, çimərliklər, istirahət və idman sahələrində istifadə olunan sular *II kateqoriyalı* və balıq təsərrüfatında işlədilən sular *III kateqoriyalı* sular adlanır.

Çirkab suların su hövzəsinə atılması, keyfiyyət və miqdar dəyişikliklərinin aşağıdakı göstərilən şərti daxilində mümkün ola bilər:

$$\frac{c_1}{BBKH_1} + \frac{c_2}{BBKH_2} + \dots + \frac{c_n}{BBKH_n} \leq 1 (9.6)$$

Radioaktiv maddələrlə çirklənmiş suların atılması, təmizlənməsi və zərərsizləşdirilməsi mövcud sanitariya və radiasiya təhlükəsizlik qayda-qanunları daxilində aparılmalıdır. Tərkibində şüalanma və ya radioaktiv maddələr olan çirkab sularının balıq yetişdirilən və quşlar yaşayan göllərə, nohurlara və bura axıdılan çaylara atılması qəti qadağan edilir.

Bəzən çirkab suların tərkibi və miqdarı böyük həddə dəyişə bilər. Belə halda təmizləyici tutumlardan və yaxud da təmizləyici qurğulardan istifadə etməklə onların miqdarı tələb olunan qiymətə salınır.

Buraxıla bilən tullantı sularının müvəqqəti atılması hallarında onların tərkibində olan radioaktiv və kimyəvi maddələrin nizamlanması, təmiz su ilə qarışdırma yolu ilə də aparılır. Burada buraxıla bilən atılan suyun tərkibində olan zərərli maddələr Frolov-Rodziller düsturu ilə tapılır:

$$c_m \leq \frac{\gamma Q(c_{BBKH} - c_f)}{q + c_{BBKH}}, q/l (9.7)$$

Burada c_m – su hövzələrinə atılan bilən zərərli maddələrin maksimum konsentrasiyası, q/l ; γ – qarışma əmsalı; Q – çayda axan suyun sərfi, $m^3/saat$; q – çirkab suların sərfi, $m^3/saat$; c_{BBKH} – sudan istifadə edilən yerdə maddələrin buraxıla bilən

konsentrasiya həddi, q/l ; c_q – çay sularında olan zərərli maddələri çirkab sular tökülən yerə qədər olan konsentrasiyadır, q/l .

Çirkab suları olan tutumlar üçün qarışma əmsalı aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$\gamma = \frac{1-\beta}{1+\frac{\beta Q}{q}} \quad (9.8)$$

γ və β – əmsallarını aşağıdakı ifadədən təyin etmək olar:

$$\beta = \exp(-\alpha^3 \sqrt{L}) \quad (9.9)$$

$$\alpha = G \varphi \sqrt[3]{\frac{E}{q}} \quad (9.10)$$

$$\varphi = \frac{L_F}{L_D} \quad (9.11)$$

$$E = \frac{v_{or} \cdot H_{or}}{200} \quad (9.12)$$

Burada L_D – çirkab sular tökülən yerdən sudan istifadə olunan məntəqəyə qədər olan məsafə, m; α – hidravliki qarışma şəraitini nəzərə alan əmsal; $G=1$, çayın ortasına tökülən çirkab yeri nəzərə alan əmsal, məsələn, çayın qırağı yerinə tökülən suları üçün isə $G=1,5$ qəbul edilir; φ – çayın ayrılığını nəzərə alan əmsal, L – çayın düz hissəsinin uzunluğu, m; H_{or} – çirkab suları tökülən yerdə hövzənin orta dərinliyi, m; v_{or} – çirkab suları tökülən yer ilə sudan istifadə edilən məntəqə arasında suyun orta sürətidir, m/san.

Çirkab suları qarışdırılma yolu ilə su hövzələrinə son dərəcə çıxılmaz hallarda atılır. Bu vəziyyət dövrü su sxeminin işlənilməsinə qədər davam edə bilər.

9.7. AES-lərin ventilyasiya qurğuları.

Məlumdur ki, AES-in baş binalarının quraşdırılması və zonalarla görə yerləşdirilməsi sanitariya-gigiyena prinsipinə görə aparılır. Bu prinsipə görə də baş binanı ciddi və sərbəst rejim

zonalarına bölürlər. Ciddi rejim zonasında istismarçılar və avadanlıqlar radiasiya şüalarına məruz qalır, amma sərbəst rejim zonasında istismarçıların və avadanlıqların radiasiya şüalanması ehtimalı tam aradan qaldırılır. Ciddi rejim zonasına buraxılmış, xüsusi sanitariya icazə vərəqəsi ilə aparılır. Burada sahələr xidmət olunmayan və yarım xidmət olunan zonalarla bölünür. Reaktor yerləşən sahə xidmət olunmayan zonadır və reaktor işləyən zaman bura heç kim buraxılmır. Yarım xidmət olunan sahəyə isə istismarçı periodik buraxılır, bu şərtlə ki, bu zaman onların aldığı şüalanma dozası buraxıla bilən dozadan yüksək olmasın.

AES-də ventilyasiya sistemlərindən geniş istifadə olunur. Burada həm sərbəst rejim zonasını və həm də xüsusi texnoloji prosesləri ventilyasiya etmək üçün ventilyasiya qurğuları 100% ehtiyatla quraşdırılır. Sərbəst rejim zonasının ventilyasiyasında əsas məqsəd istehsal zonalarında havanın temperaturunun, nəmliyinin və tozlanması qiyətini sanitariya norma qiyətində saxlamaqdan ibarətdir. Burada xüsusi ventilyasiya qurğularının tikilməsi lazım gəlmir, yəni burada təbii aerasiya ilə kifayətlənmək olar. ciddi rejim zonasına gəldikdə isə, birinci kontur işləyən zaman burada həmişə yüksək γ – fonları, yod izotopları və aktivləşmiş təsirsiz qazlar və aerosollar olur.

Adətən, xüsusi ventilyasiya sistemləri sorma-axma prinsipi ilə işləyir. Burada otağın boşalması ilə aparılır ki, hava selinin daxil olması mütləq gəlməklə bərabər geriyyə qayıtma halı olmur. Həm də havanın sorulması və növbəti otağa daxil olması ilə aparılmalıdır ki, havanın hərəkəti az “çirklənmiş” otaqlarında çox “çirklənmiş” otaqlara doğru və oradan ventilyasiya havatəmizləyicilərinə daxil olsun. Ventilyasiya prosesinin belə aparılması “çirklənmiş” havanın otağa qayıtmasını tam aradan qaldırmış olur. AES-in ventilyasiya qurğuları çoxlu aqreqatlardan ibarət olur. Bu aqreqatların bəzisi təmiz hava, bəzisi isə radioaktiv çirklənmiş hava selində işləyir. Bunların

mərkəzləşdirilməsi daha məqsədəuyğun sayılır. Bu zaman işçilərin sayı azalır, sex sahələrindən səmərəli istifadə etməyə və aerodinamik səsləri azaltmaq üçün tətbiq edilən texnologiya və aparatları ixtisara salmağı imkan verir. Lakin ventilyasiya aqreqatlarının mərkəzləşdirilməsinin mənfi cəhətləri də vardır. Məsələn, hava ilə aparılan boruların uzunluğu xeyli artır və onların istismar olunması çətinləşir. Bundan başqa, mərkəzləşdirilmiş ventilyasiya sistemlərin quraşdırılmasına və xidmət olunmasına qoyulan tələbat həmişə müxtəlif olur. Ventilyasiya qurğularının işinə avtomatik qurğular və nəzarət-ölçü cihazları ilə nəzarət edilir, otaqlardan sorulan və otaqlara daxil olan havanın keyfiyyətinə qoyulan nəzarət isə dozimetr xidmətləri tərəfindən aparılır.

Ventilyasiya havasının atmosfərə atılması ventilyasiya boruları vasitəsilə aparılır. Bu boruların hündürlüyü 100 m və çox ola bilər. AES-də ventilyasiya sistemlərinin işləməsi və layihələndirilməsi zamanı xüsusi ventilyasiya texnologiyasına daha böyük fikir verilir. Bu qurğuların birinci vəzifəsi yarım-xidmət zonalarında dozimetrik xidmətçilərin radioaktiv maddələrə qoyduğu nəzarət normalarını tələb olunan qiymətdə saxlamaqdan ibarətdir.

Xidmət olunmayan zonada radioaktivliyin buraxıla bilən normada saxlanması əsasən, avadanlıqlar dayananda təmir işlərinin aparılması üçün lazımdır. Xüsusi ventilyasiya qurğularına qoyulan əsa tələbkərlilik onların etibarlı və effektiv işləməsini təmin etmək üçündür. AES-in istismarı zamanı bu qurğuların dayanması qəti qadağandır.

Ümumiyyətlə, AES-in istismarı ancaq ventilyasiya qurğularının fasiləsiz işi zamanı mümkündür. Demək, ventilyasiya sisteminin əsas işi, istismar zamanı qəzalar nəticəsində baş verən radioaktivliyi aradan qaldırmaq yox, istismarçıların radiasiya təhlükəsizliyini təmin etməkdən ibarətdir. Hətta reaktor işləməyəndə belə xüsusi ventilyasiya sistemi işləməlidir. Xüsusi

si ventilyasiya texnologiyasının ikinci əsas vəzifəsi ciddi rejim zonasında yarım xidmət otaqlarında temperaturun qiymətini 50 °C, xidmət olunmayan otaqlarda isə 70 °C-dən aşağı saxlamaqdan ibarətdir. Əgər ayrılmış sorma-axma ventilyasiya sistemi bu işi yeri yetirə bilmirsə, onda temperaturu azaltmaq üçün əlavə olaraq xüsusi qapalı sistemdən istifadə edilir.

AES-də ventilyasiya qurğuları 100%-li ehtiyat qurğusu ilə qarışdırılır. Qurğunun məhsuldarlığı bütün ventilyasiya aqreqatlarının işə qoşulması ilə müəyyən edilir. Ciddi rejim zonaları üçün hava mübadiləsinin hesabı üçün aşağıdakıları tövsiyə etmək olar:

Cədvəl 9.4

Otağın həcmi, m ³	Hava mübadiləsinin dəfəliyi, dövr/saat
1	2
100-ə qədər	10
500	5
1000	3
5000	2
10000	1

Ümumiyyətlə, hər otaq üçün hava mübadiləsinin dəfəliyi, son anda otaqlardakı radioaktiv izotopların buraxıla bilən konsentrasiya həddi ilə müəyyən edilir. Hətta, norma istismar prosesində havanın mübadilə dəfəliyi 1-dən az olmamalıdır.

Reaktor zallarında təmir və yaxud həddindən çox yükləmə zamanı, hava mübadiləsinin dəfəliyi iki dəfədən çox olmamalıdır.

AES-də otaqlara verilən hava axını AES ərazisində radioaktivliyi az olan hava hövzəsindən götürülür. Ancaq havada az miqdarda da olsa toz hissəcikləri ola bilər və bu hissəciklərin aktivləşdirilməsinin qarşısını almaq üçün havanın əvvəlcə

aerozol süzgəclərindən keçirmək lazımdır.

Xüsusi ventilyasiya sistemləri sanitariya-gigiyena məsələlərini də həll etməlidir, yəni onlar otaq havasının temperaturunu normal qiymətdə saxlamalıdır. Bu da qarşıda havanın qızışdırılmasını, yayda isə soyudulmasını tələb edir. Buna görə də süzgəclərdən sonra hava axını yolunda kalorifer aparatları qoyulur. Kaloriferə isti və ya soyuq su verilməklə temperaturun tələb olunan qiymətini əldə etmək olur. Kalorifərlərdən qabaq yağlı süzgəclər quraşdırılır və hava seli bu süzgəclərdən keçən zaman onun tərkibində olan toz hissəcikləri burada tutulur.

Adətən, xidmət olunmayan və yarım xidmət olunan xüsusi sutəmizləmə zonalarında və onlarla əlaqədar olan maye tullantılar saxlanan anbarlarda həmişə radioaktiv sızlamaq olduğundan bu zonalar yüksək radioaktiv zonalar sayılır. Ona görə də bu zonalarda hava mübadiləsinin dəfəliyi 5-dən az olmamalıdır.

9.8. AES-lərin qazşəkilli radioaktiv tullantıların dezaktivasiyası

Xüsusi ventilyasiya texnologiya sistemlərinin gördüyü əsas işlədən başqa, bəzən də texnoloji proseslərdən üfünülən radioaktiv qazları zonadan çıxmaq üçün də istifadə edilir. Lakin AES-də çoxlu müxtəlif texnoloji üfünmələrin və çoxlu aktivləşmiş qazların olması xüsusi aktivləşlədirici qurğuların qoyulmasını tələb edir. Ona görə də AES-də radioaktiv qazların, o cümlədən təsirsiz və yod qazlarının aktivləşlədirilməsi üçün ayrıca qurğulardan istifadə edilir. Bu qazlar böyük olmayan yarım parçalanma dövrünə malikdir. Əgər bu qazları qazholderdə saxlasaq bir neçə saatdan sonra onların parçalanmasını görə bilərik

Cədvəl 9.5

Bölünmə məhsulları	Yarım parçalanma dövrü
Yod – 131	8 sutka
Yod – 133	20,8 saat
Ksenon – 133	5,27 sutka
Ksenon – 135	9,13 saat
Kripton – 87	1,3 saat
Kripton – 88	2,77 saat

Burada bölünmə nəticəsində aerozol şəklində yeni radioaktiv maddələr əmələ gəlir. Aerozolu qazlardan ayırmaq üçün aerozol süzgəclərindən istifadə edilir. Adətən, dezaktivasiya sistemləri həm AES-in normal istismar şəraiti və həm də qəza halları üçün layihələndirilir.

AES-də radioaktiv qazların saxlanması üçün sadəcə olaraq ya qazholderlərdən istifadə edilir, ya da qazları qazholderlərdə saxlamaqla yanaşı onların adsorbsiyası aparılır. Qazların təkcə qazholderdə saxlanılması üsulu ilə radioaktivliyin qarşısının alınması çox sadədir, ancaq ümumi miqdarda götürsək bütün radioaktiv qazları saxlamaq üçün çoxlu qazholderlər lazım gəldiyini görürük. Bu isə AES-in normal istismar şəraiti üçün məhduddur, çünki böyük sahə tələb olunur.

Adsorbsiya süzgəclərinin istifadə edilməsi üsulunda qurğu az yer tutduğundan, bu üsul əlverişli sayılır, lakin nisbətən baha başa gəlir. Ona görə də bu üsulu AES-in normal istismar dövrü üçün nəzərdə tutmaq olar. Qəza və artıq yükləmə halları üçün radioaktiv qaz tullantılarının həcmi çox olduğu zaman qazholder qurğularından istifadə etmək lazımdır.

Qeyd edək ki, qazholder qaz anbarlarına deyilir. Güclü AES-lər üçün hər iki üsuldən istifadə etmək məsləhət görülür. Özü də burada qazholderlər gözlənilən bilən qəza və artıq yükləmə şəraiti üçün hesablanır. Reaktorları artıq yükləmək üçün da-

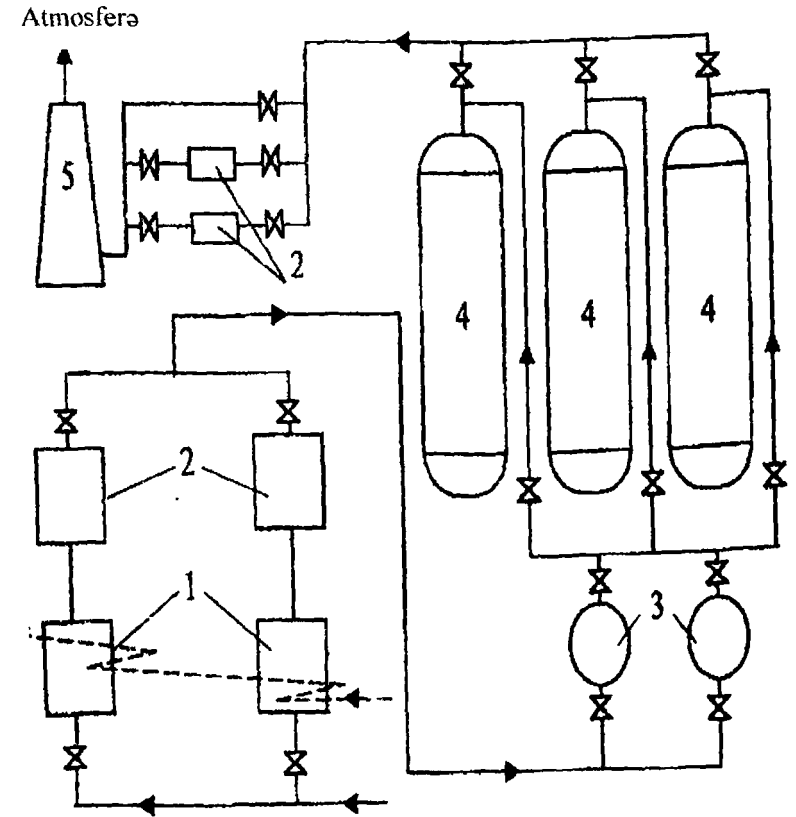
yandıranda çıxan radioaktiv qazların miqdarı həmişə çox olur. BU vəziyyətin davam etmə müddəti 6-8 saat ola bilər. Bu zaman qazlar qazholderlərə 0,8-1,0 MPa təzyiq altında kompressorlara vurulur.

Qazholderlərin sayı adətən 3 ədəd götürülür – ikisi işçi, biri isə ehtiyat olur. Kompresorların sayı isə 100%-li ehtiyat ilə iki ədəd götürülür. Adətən, radioaktiv qazların qazholderlərdə saxlanma müddəti ksenon – 133-ün parçalanmasına görə aparılır.

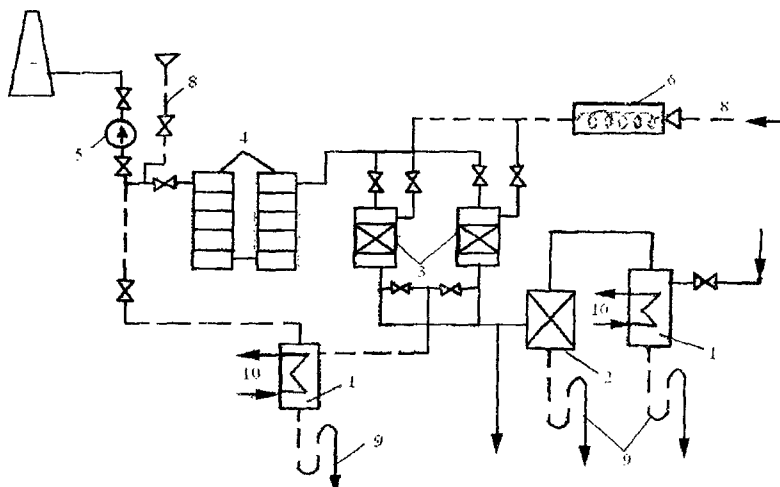
Şəkil 9.2. artıq yüklənmə zamanı radioaktiv qazlar saxlanan qazholder qurğusunun sxemi verilmişdir. Bu qurğunun işləmə prinsipi belə izah edilir. Radioaktiv qazlar əvvəlcə qaz soyuducusuna (1) daxil olur və burada qazın tərkibində olan nəmlik kondensatlaşaraq “çirkab” kondensat yığıcı çənə göndərilir. Nəmlikdən ayrılan qaz isə aerosol süzgəclərindən (2) keçərək kompressor (3) vasitəsilə qazholderlərə (4) verilir. Qazholderlərdə müəyyən vaxt saxlandıqdan sonra təmizlənmiş qaz ikinci pillə aerosol süzgəclərindən keçməklə ventilyasiya borusuna (5) və oradan da atmosfərə atılır.

Radioaktiv qaz selinin tərkibində həmişə sərbəst hidrogen atomları olur. Bu isə proses zamanı partlayış qorxusu yaradır. Ona görə də radioaktiv qazları təmizləyən zaman onları azot qazı ilə qarışdırırlar. Buda qazın həcmi artırmasına və qazholderlərdə dezaktivasiyanın baha başa gəlməsinə səbəb olur. Bu üsuldən fərqli olaraq, aktivləşdirilmiş kömür sorbentlərindən istifadə edilməsi daha perspektivli sayılır. Belə sxemlər SSER – 440 reaktoru olan AES-də daha geniş tətbiq edilir. Qeyd edək ki, SSER – su-su energetik reaktordur.

Şəkil 9.3-də aktivləşdirilmiş kömürlə yüklənmiş qaz təmizləyici qurğunun sxemi verilmişdir. Burada radioaktiv qaz partlayış təhlükəsizliyi məqsədi ilə əvvəlcə azot ilə qarışdırılır və sonra soyuducuya (1) daxil olur. Soyuma prosesi 10-20 °C-də getdiyindən su buxarının əsas hissəsi kondensata keçmiş olur.



Şəkil 9.2. Artıq yüklənmə zamanı radioaktiv maddələrlə zəngin olan qazları saxlamaq üçün istifadə edilən qazholder qurğusunun sxemi
1 – qaz soyuducuları; 2 – aerosol süzgəcləri; 3 – kompressor;
4 – qazholder; 5 – ventilyasiya borusu



Şəkil 9.3. AES-in qaz tullantılarını radioxromatoqrafik üsulla təmizləyən qurğunun sxemi

- 1 – qaz soyuducusu; 2 – aerosol süzgəci; 3 – seolit kalonkaları;
4 – adsorber süzgəci; 5 – qaz soran nasos; 6 – hava qızdırıcısı;
7 – ventilyasiya borusu; 8 – atmosfer havası; 9 – drenaj xətti;
10 – soyuducu su

Damla şəkilli nəmlikdən ayrılan qaz, daha yaxşı təmizlənmək üçün şüşə liflərlə doldurulmuş aerosol süzgəcinə (2) daxil olur. Radioaktiv qazı nəmlik dərəcəsinin $0,1 \text{ q/m}^3$ qədər azaltmaq üçün sxemdə iki quruducu seolit kolonkaları qoyulmuşdur. Bu kolonkalardan biri qazı qurutmaq, o birisi isə seoliti qurutmaq üçün istifadə edilir. Kolonkaların regenerasiya prosesi qızdırıcıda (6) qızdırılmış atmosfer havası ilə aparılır. Regenerasiyadan sonra isti hava, əvvəlcə soyuducuda (1) soyudulur və sonra qazsoran nasosa (5) daxil olur.

Radioaktiv qazların dərin qurudulmasında əsas məqsəd aktivləşdirilmiş kömür sorbentində (4) nəmliyin tutulmasının qarşısını almaqdan ibarətdir. Əks halda sorbentin qaz təmizləmə effekti azalmış olur. Burada aktiv kömürün həcmi $20-40 \text{ m}^3$

ola bilər.

Dinamika adsorbsiya və radioaktiv parçalanma nəticəsində kolonkaların regenerasiyasız daimi stasionar iş rejimi qərarlaşmış olur. Burada qazın temperaturu adsorbsiya prosesinə həmişə mənfi təsir edir. Ona görə də radioaktiv qaz mümkün qədər çox soyudulmalıdır.

Adətən, AES-də belə qurğuların sayı 3 ədəd olur. Bunlardan biri fasiləsiz olaraq, normal istismar rejimində az qaz sərfi zamanı işləyir, o birisi isə çoxlu radioaktiv qaz ayrılan hallarda işə qoşulur. Üçüncü qurğu təmirdə və ya ehtiyatda durur. Bu sxemlər mürəkkəb olmasına və baha başa gəlməsinə baxmayaraq, onlarda radioaktiv qazların təmizlənməsi çox yaxşı gedir. Ona görə də hazırda AES-də bu sxemlərdən geniş istifadə edilir.

Bəzi hallarda radioaktiv qazların tərkibində həddindən çox hidrogen atomu olur. Belə hallarda həm də çoxlu miqdarda azot qazı tələb olunur. Bu isə qazların həcmi artdığından növbəti proseslərin aparılmasını çətinləşdirir. Ümumi qaz həcmi azaltmaq məqsədi ilə hidrogenin bir hissəsi rekombinator aparatlarında yandırılır. Yanma prosesindən qabaq hidrogenin konsentrasiyasının aşağı salınması su buxarı ilə həyata keçirilir.

9.9. AES-lərdə havanın və qaz-hava qarışığının təmizlənməsi

AES-in otaq havasının tərkibində həmişə radioaktiv qazlar və aerosollar olur. Bunlar əsasən istilik daşıyıcılarından kip bağlanmayan yerlərdən axması və havanın neytronlarla aktivləşməsi nəticəsində baş verir. Adətən, gücü 100 MVt olan bu-lök tipli AES-də havanın sərfi 1000 m^3 -lə olur.

Təcrübə göstərir ki, AES-də havanın tərkibində olan radioaktiv təsirsiz qazların konsentrasiyası elə qiymətdə olur ki, onlar ətraf mühit üçün qorxulu sayılmır. On görə də belə havanın xüsusi təmizlənməsinə heç bir lüzum yoxdur. Lakin hava-

nın aerozollardan təmizlənməsi mütləq aparılmalıdır.

Adətən, AES-də havanın və qaz-hava qarışığının aerozoldan təmizlənməsi yeni eyni üsullarla aparılır. Lakin havanın təmizlənməsi sxemlərində başqa materiallardan istifadə edilir. Həm də burada prosesin düzgün aparılması üçün münasib texniki üsullardan istifadə edilməlidir.

Hazırda süzgəclərdən istifadə edilməklə havanın radioaktiv aerozoldan təmizlənməsi yeganə üsul olaraq qalır. Burada çox nazik liflərdən hazırlanmış parçalar ilə yüklənmiş xüsusi süzgəclərdən istifadə edilir. Adətən, belə süzgəclərdə istifadə olunan materiallar PAS (perxlorvinil astarlı süzgəc) və PASS (perxlorvinil asetil sessisozlu süzgəc) lifli materiallardan hazırlanır (cədvəl 9.6) bu materiallar yağ maddələrə qarşı davamsız, turşu və qələviyə qarşı isə davamlıdır. 60 °C-ə qədər temperatur mühitində işləyə bilər. Bu materialların təmizləmə dərəcəsi 99,9%, yüklənməsi isə 150 m³/m² saat olur.

Havanın müxtəlif sürətlərində bu materialların yaratdığı müqavimət aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$\Delta p = p \frac{u}{0,01} \quad (9.13)$$

Burada p – süzücü materiallardakı statiki təzyiq, Pa; u – havanın süzgəcdəki sürətidir, m/san.

Cədvəl 9.6.

PAS və PASS materiallarının xarakteristikaları

Materialların markası	Qalınlıq l, m m	Aerozolun aparılma dərəcəsi
PAS -15- 1,5	0,2	0,100
PAS -15-3,0	0,4	0,010
PAS -15-4,0	0,6	0,005
PAS -25-3,0	0,8	0,005
PAS -15- 4,0	0,6	0,050
PAS - 15-6,0	0,8	0,005

Hazırda işləyən AES-də çərçivəli A (ağac karkası) tipli incə süzgəclərdən daha geniş istifadə olunur. Süzgəcin karkası Ağacdən düzəldilir və çərçivəsi P şəkilli olur. Bu süzgəclər həm fərdi həm də qrup şəklində olan qurğularda tətbiq edilir. Süzgəclərdə yaranan müqavimət, parçalar və hava kanallarının yaratdığı müqavimətlərin cəmi ilə müəyyən edilir.

Süzgəclərdə müqaviməti dəf edə bilən ventilyatorları seçən zaman toz yığımları da nəzərə alınmalıdır. Süzgəclərin tozlara görə tutumu 70-80 q/m² qiyməti ilə məhdudlaşdırılır və süzgəclərin özləri də xüsusi kameralarda quraşdırırlar. Radioaktiv yodları qazlardan xaric etmək üçün aktivləşmiş kömürlə işləyən adsorbsiya süzgəclərindən də istifadə edilir. Bu sahədə PS-100 və PS-200 markalı süzgəcləri daha geniş tətbiq edilir. Burada havaya görə süzgəclərin yaratdığı müqavimət 700 Pa və xüsusi yüklənməsi isə 100 m³/m² saat olur.

Ümumiyyətlə, AES-də hava və qaz təmizləmə sxemlərində təmizlənmənin keyfiyyətli aparılması üçün incə süzgəclərdən əvvəl kobud liflərdən hazırlanır. Kobud süzgəclərin tətbiqi ümumi qurğunun etibarlı və uzun müddətli işini təmin etmiş olur. İncə süzgəclərin əsas xüsusiyyəti ondadır ki, onlar qaz selində olan kiçik damlaları daha yaxşı tutur. Bunun üçün qazın süzülmə sürəti 1 m/san-dən yuxarı olmamalıdır.

Bu süzgəclərin digər xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onlar regenerasiya olmur, daha doğrusu süzücü material süzmə qabiliyyətini itirdikdə yenisi ilə əvəz edilir. Kobud süzgəclərə gəldikdə isə onlar, əsasən, tərkibində 0,001-1 q/l nəmliyi olan qazların təmizlənməsində geniş istifadə edilir.

FƏSİL X

İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYALARINDA ƏMƏLƏ GƏLƏN RƏDİOƏKTİV SULAR VƏ ONLARIN TƏMİZLƏNMƏSİ

10.1. Su mənbələri və onlardan istifadənin ekoloji problemləri

Bəşəriyyət hidrosferə böyük miqyasda çoxsahəli təsir göstərərək ondan istifadəni maksimum səviyyədə atırmağa çalışmışdır. Göstərmək lazımdır ki, planetimizin şirin su ehtiyatını əriməkdə olan buzlaqlar təşkil edir. Araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, bütün insan təsərrüfatının ötən əsrdəki su tutumu 12 dəfə artaraq böyük bir həddə çatmışdır: ildə 5 min km^3 . Bu bütün dünya çaylarının illik axımının 11 %-ə qədərdir. Doğrudur bu həcm bəzi hissəsini biota üçün əlverişsiz olan yeraltı sular təşkil edir. Onlarla birlikdə içməli su ehtiyatının ümumi su təsərrüfatı potensialı ildə 2,5-2,8 mln km^3 , müasir əlverişli istismar ehtiyatları ildə 42 min km^3 -dir. Onlardan yalnız 14 min km^3 çay axımının sabit hissəsini və 2 min km^3 isə az minerallaşmış yeraltı suları təşkil edir.

Aparılan araşdırmalar nəticəsində məlum olur ki, dünyada su təchizatını üstünlük təşkil edən mənbəyi çaylardır. Suyun insanlar tərəfindən ildən-ilə artan istehlakının mövsümi axın fərqiindən az asılı olan ehtiyat su anbarlarına ehtiyac yarandığından ötən əsrdə minlərlə çay nizama salınmışdır. Ümumi şəffaflıq sahəsi 500 min km^2 -ə yaxın olan 30 min su anbarı çay sistemlərində suyun ani həcmi 1,2-dən 7,3 min km^3 -ə qədər artmışdır. Onlardakı su dövriyyəsinin orta müddətini isə 11 gündən 72 günədək uzatmaq mümkün olmuşdur. Lakin təəssüflə göstərmək lazımdır ki, bəzi iri su anbarlarının yaradılması və istismarının yekun ekoloji səmərəsi mənfidir. Nəzərə alsaq ki, su elektrik stansiyaları (SES) möhtəşəm bəndlər üzərində qurulur. Bu da şirin suda kürü tökən balıqların getdikcə məhvina,

AES-in tullantıları isə torpağın, yerüstü və yeraltı su ehtiyatlarının, eləcə də atmosferin radioaktiv maddələrlə çirklənməsinə şərait yaradır.

Su obyektlərinin təsnifatı. Məlumdur ki, bütün su obyektləri vahid dövlət su fonunda birləşdirilmişdir.

Vahid dövlət su fonduna daxil olan su mənbələri aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Çaylar, göllər, su anbarları, kanal və süni göl suları, bəzi yerüstü su tutumları və su mənbələri;
2. Yeraltı sular və buzlaqlar;
3. Dövlət ərazisində yerləşən dəniz suları;
4. Dövlət məhəlli suları.

Ümumiyyətlə, tələbatçılar dövlət, kooperativ və ictimai müəssisələr, təşkilatlar, idarələr və vətəndaşlar ola bilər. Su hövzələrinin mühafizəsi su təsərrüfatı və səhiyyə nazirliyinin qəbul etdiyi "Səth sularının tullantı sularla çirklənmədən mühafizə" qanunu ilə həyata keçirilir. Burada çirkəb suların su hövzəsinə tullanmasının qarşısını almaq üçün su tələbatçıları qarşısında böyük tələblər qoyulmalıdır. Bu qanuna görə su obyektləri aşağıdakı kimi təsnifləşdirilir:

- Təsərrüfat-icməli və mədəni-məişət üçün su hovuzları;
- Balıq təsərrüfatı üçün su hovuzları.

Qeyd etmək lazımdır ki, təsərrüfat-icməli və mədəni-məişət üçün su hovuzları iki kateqoriyaya bölünür:

1. Təsərrüfat-icməli və yeyinti sənayesi üçün istifadə edilən mərkəzləşdirilmiş və mərkəzləşdirilməmiş su hovuzları;
2. Əhalinin idman, istirahət və çimməsi üçün su hovuzları.

Onu da göstərmək lazımdır ki, balıq təsərrüfatı üçün su hovuzları da iki kateqoriyaya ayrılır:

1. Oksigenə həssas qiymətli balıq növlərinin yetişdirilməsi üçün istifadə olunan su hovuzları (burada oksigenin konsentrasiyası 6 mq/l-dən az olmamalıdır);
2. Başqa balıq növlərinin yetişdirilməsi üçün istifadə olunan su hovuzları (burada oksigenin konsentrasiyası 4 mq/l-

dən az olmamalıdır).

Su hövzələrində gedən fiziki-kimyəvi proseslər. Su hövzələri və su axınları mürəkkəb ekoloji sistemlərə malik olub müxtəlif canlı orqanizmlər və bitkilər üçün yaşayış mənbələridir. Bunlar su tutumu və ya su axınları vasitələridir, müxtəlif fiziki, kimyəvi proseslərin getməsi və keyfiyyət dəyişikliklərinin baş verməsi üçün böyük əhəmiyyət kəsb edir. Su hövzələrindən böyük dəyişiklik çirkab suların atılması zamanı baş verir.

Su hövzələrində yaşayan canlılar suyun “öz-özünə” təmizlənməsi prosesində böyük rol oynayır. Belə ki, onlar ətraf mühitin qeyri-üzvi maddələrinin köməyi ilə üzvi maddələr sintez edir. Bəzi canlılar isə hazır maddələri mənimsəyir.

Suyun öz-özünə təmizlənməsi, su hövzəsindəki hidrobiologiya və hidrokimyəvi proseslərin vəziyyətindən asılıdır. Bu proseslərə təsir edən bir neçə amillər vardır. Məsələn, hövzədəki suyun temperaturu, onun mineral tərkibi, oksigenin miqdarı, suyun pH-ı zəhərləyici maddələrin miqdarı əsas təsiredici amildir.

Suyun öz-özünə təmizlənməsi prosesində oksigen rejiminin böyük əhəmiyyəti vardır. Üzvi birləşmələrin mineral şəklinə keçməsi üçün tələb olunan oksigenin miqdarı “biokimyəvi tələb olunan oksigen” (BTO) anlayışı ilə müəyyən edilir. Bu o deməkdir ki, üzvi maddələrin tam oksidləşməsi üçün verilən oksigenin miqdarı biokimyəvi tələb olunan oksigen ($kqO_2/sutka$) adlanır. Adətən, təcrübədə 5 günlük (BTO_5) və ya tam “biokimyəvi tələb olunan (BTO_{tam}) oksigendən “istifadə” edilir.

Təcrübə göstərir ki, su hövzələrində yaşayan canlı orqanizmlər zəhərləyici maddələrə qarşı daha həssas olur. Çirkab suları ilə gətirilən zəhərləyici maddələr onları ya məhv edir, yaxud da onların artmasının qarşısını alır.

Suyun pH-ı su hövzələri üçün əsas keyfiyyət göstəricilərindən biridir. Suda yaşayan canlı orqanizmlər üçün pH-ın normal qiyməti 6,5-8,5 olmalıdır. Lakin pH-ın qiyməti həmişə dəyişən

olur. Məsələn, axşamlar hövzədəki su CO_2 qazı ilə doyduğundan pH-ın qiyməti aşağı düşür, gündüzlər isə CO_2 bitkilərin fotosintez prosesinə sərf olunduqlarından pH-ın qiyməti artır.

Hövzədəki suyun keyfiyyətinə temperaturun da böyük təsiri vardır. Suyun temperaturu yüksək olduqda baş verən kimyəvi proseslər sürətlə gedir və oksigen azlığı dəyişir. Beləliklə, çirkab suların su hövzələrinə atılması orada yaşayan canlı orqanizmlərə mənfi təsir göstərir.

10.2. Radioaktiv tullantılarla çirklənmiş suların İES-lərdə əmələ gəlməsi mənbələri

Məlumdur ki, İES və AES-in fəaliyyəti üçün çoxlu miqdarda su tələb olunur. Belə ki, İES-də 1 kVt saat enerji istehsalı üçün su sərfi 180 / AES-lər də isə 280 / təşkil edir. Lakin istifadə olunan suyun 80-85 %-i çirkab su şəkilində su hövzələrinə axıdılır. Buna görə də suların çirklənməsi müxtəlif olur. Yalnız turbin kondensatorlarda soyutma məqsədi ilə işlədilən texniki istifadə olunmuş su müstəsnaqlıq təşkil edir.

Araşdırmalardan belə məlum olur ki, İES-də çirkab suların əmələgəlmə mənbələri və səbəbləri çox müxtəlif olub, burada həyata keçirilən texnoloji proseslərlə birbaşa bağlıdır. Belə ki, istilik elektrik müəssisələrində texnogen tullantılarla çirklənmiş sular əsasən aşağıdakılara görə əmələ gəlir:

1. su emalı qurğularının istismarı zamanı bəzi texnoloji əməliyyatların aparılmasına görə;
2. işlənmiş buxar kondensləşdirilən zaman soyuducu suyun qızmasına görə;
3. neft məhsullarının kondensat və texniki sulara keçməsinə (sızılmasına) görə;
4. buxar qazının konvektiv qızma səthlərini yuyan zaman alınan çirkab sularına görə;
5. bərk yanacaq ilə işləyən İES-in külətmə qurğularında yaranan çirkab sularına görə;

6. istilik qurğularının kimyəvi məhlullarla yayılması zamanı alınan çirkab sularına görə;

7. döşəmələrin və maşın zallarının yuyulması zamanı əmələ gələn çirkab sularına görə;

8. məişət-təsərrüfat sularının atılmasına sərf edilən sulara görə.

Bu göstərilən çirkab sulardan ən geniş yayılanı birinci dövr səbəb sayılır. Belə çirkab suların həcm sərfi çox olur. Həmin suların çirkab tərkibi də hədsiz dərəcədə müxtəlif olur. Ona görə də İES-larında əmələ gələn belə çirkab suların nəzarət altına alınması və onların təmizlənməsi, zərərsizləşdirilməsi xüsusi qurğularda və ciddi şəkildə aparılmalıdır.

10.3. Suların tərkibində olan çirkləndirici maddələrin buraxıla bilən konsentrasiya həddi (BBKH)

Suların tərkibindəki zərərli maddələr üçün norma qiymətləri. Məlum olduğu kimi su hövzələrinə qarışan çirkab suların tərkibində müxtəlif miqdarda çirkləndirici maddələr olur. Onların yol verilən həddən artıq miqdarda olması su hövzələrində təbii tarazlığın pozulmasına, buradakı mövcud flora və fauna nümunələrinin məhvində, eləcə də sayının, növünün azalmasına, bəzi hallarda isə hətta tamamilə tükənməsinə əlverişli şərait yaradır. Belə halların minimum həddə qədər azaldılması və ya qarşısının alınması üçün "Səth sularının çirkab sularından mühafizəsi qanunu"na əsaslanaraq bütün su hövzələrinin suları üçün onların tərkibində olan maddələrə norma qiymətləri qoyulmuşdur. Bu da göstərilən qanunda və məlumat kitablarında buraxıla bilən konsentrasiya həddi (BBKH) anlayışı kimi qəbul edilmişdir.

Zərərli maddələr üçün BBKH qiyməti elə qiymətə deyilir ki, həmin maddələrin bu qiymətində insan orqanizmində uzun müddət qarşılıqlı təsir zamanı heç bir patoloji dəyişiklik baş vermir. Zərərli maddələr üçün verilən norma qiymətləri, həm

də onlar üçün minimum konsentrasiya adlanır.

Qeyd etmək lazımdır ki, hər zərərli maddə üçün BBKH norma qiymətini təyin etmək praktiki olaraq mümkün deyildir. Bu həm sanitariya və həm də iqtisadi nöqteyi nəzərdən çox çətindir. Çünki yeni mütərəqqi analiz metodlarının yaradılması və əlavə təmizləmə üsullarının işlədilməsi ilə bərabər yeni təmizləyici stansiyaların qurulması lazım gəlir.

Cədvəl 10.1

Zəhərləyici maddələr	Sanitariya məişətinin su hövzələri üçün	Balıq təsərrüfatının su hövzələri üçün
Vanadium	—	0,05
Hidrozin	0,01	—
Dəmir	0,5	—
Mis	0,1	—
Arsen	0,05	0,05
Nikel	1,0	0,01
Civə	0,005	—
Flüor	1,5	—
Fenol	0,001	0,001
Nitratlar (azota görə)	10	—

Cədvəl 10.1-də energetik qurğulardan ətraf mühitə keçə bilən əsas zərərli maddələr üçün BBKH norma qiymətləri göstərilmişdir.

Əgər su hövzələrinə bir neçə zərərli maddə atılırsa, onların konsentrasiyalarının cəmi hər maddənin BBKH-nə nəzərən vahiddən böyük olmamalıdır. Yəni

$$\sum_{i=1}^n \frac{c_i}{BBKH_i} \leq 1 \quad (10.1)$$

burada c_i – i-ci maddənin konsentrasiyası; BBKH – i-ci maddənin buraxıla bilən konsentrasiyası, n – çirkab su ilə atılan zərərli maddələrin sayıdır.

Adətən, çirkab sularda zərərli maddələr üçün norma qiymətləri verilmir. Ona görə də, su hövzələrinə tullanan

sonra hövzədəki suyun tərkibinin nə dərəcədə dəyişməsindən asılı olaraq çirkab suyun tam təmizləmə sxemi seçilir.

10.4. Radioaktiv maddələrlə çirkələnmiş suların su hövzələrinə atılması rejimləri

Sularda radioaktiv çirkənmənin yaranması. Suların çirkənməsi dedikdə onlara zərərli maddələrin daxil olması nəticəsində biosferdə funksiyalarının və ekoloji əhəmiyyətinin aşağı düşməsi başa düşülür (Kriksunov və b., 1995).

Suların çirkənməsi fiziki və orqanoleptik xassələrin (şəffaflığın, rəngin, iyin, təmizin pozulması) dəyişməsində, bir sıra kimyəvi maddələrin (sulfatların, xloridlərin, nitratların, ağır metalların, radioaktiv maddələrin) miqdarının artmasında, suda həll olmuş oksigenin azalmasında, xəstəlik törədən bakteriyaların və digər çirkəndiricilərin yaranmasında özünü göstərir. Qeyd etmək lazımdır ki, suların ən təhlükəli çirkənməsi radioaktiv maddələrlə bağlıdır. Belə ki, suyun tərkibində radioaktiv çirkənmə yaradan, hətta ən cüzi miqdarda belə radioaktiv maddələrin olması çox təhlükəlidir.

Suyun radioaktiv çirkənməsi mənbələri ilə bağlı aparılan araşdırmalardan məlum olur ki, suda olan “uzunömürlü radioaktiv elementlər” stronsium – 90, uran – 238, radium – 226 və başqalarıdır. Adları qeyd olunan bu radioaktiv maddələr su ekosistemləri üçün çox təhlükəlidir. Onu da göstərmək lazımdır ki, bu radionuklidlər yalnız su hövzələri üçün deyil, bütünlükdə biosfer və onun komponentləri üçün də hədsiz dərəcədə qorxuludur.

Radionuklidlər səth sularına radioaktiv tullantıların atılması, suyun dibində belə texnogen çirkəndiricilərin basdırılması zamanı düşür.

Yeraltı sulara radionuklidlər həm yer səthinə radioaktiv məhsul və tullantılar kimi düşdüyü, sonra atmosfer çöküntüləri ilə birlikdə yeraltına sızanda, həm də yeraltı suların radioaktiv

dağ süxurları ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində daxil olur.

Çirkab suların su hövzəsinə tökülməsi sahəsində xüsusi paylaşdırıcı qurğular və ya qarışdırıcı qurğular qoyulur ki, bunlar da çirkabların bütün hövzə boyu bərabər paylanmasını təmin edir. Çirkab suların su hövzələrinə atılması aşağıdakı rejimdə aparıla bilər:

- eyni vaxtda atılma;
- fasiləli atılma;
- sabit sərfdə fasiləsiz atılma;
- dəyişən sərfdə fasiləsiz atılma;

Çirkab suların su hövzələrinə atılması üçün onların miqdarına hədd qoyulmamalıdır. Çirkabların xarakterindən, onların miqdarından və atılma rejimindən asılı olaraq hər bir şərait üçün vahid zamanda atılan çirkabların miqdarına norma qoyulmalıdır. Bu normanın buraxıla bilən atılma həddi (BBAH) anlayışı ilə ifadə edilir. Zərərli qatışıqların su hövzəsinə atılması nəticəsində qarışmanın nəzərə alınması şərti ilə onların balans düsturu aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$n_0 = \frac{Q_0 + q}{q} \quad c_f = n_0 \cdot [n_f \cdot c \cdot (c_f c - c_f) + c_f] \quad (10.2)$$

burada: Q_0 $L \cdot H \cdot v$ - səpələyicinin üstündə axan hövzə suyunun sərfi, $m^3 / saat$; q - çirkab suyun sərfi, $m^3 / saat$; L - səpələyici hissənin uzunluğu, m ; H - çirkab suyun səpələnmə dərinliyi, m ; v - səpələyici qurğunun üstünə hövzə suyunun hərəkət sürətidir, m/san . n_0 - in qiymətini yerinə yazsaq, alırıq:

$$c_f = \frac{LHv}{q} [n_f c (c_{fc} - c_f) + c_f] \quad (10.3)$$

Su axınında çirkabların diffuziya etməsi ilə yayılma prosesi turbulent diffuziya əmsalı ilə xarakterizə edilir.

$$D = \frac{v \cdot g \cdot H}{(0,7c - b) \cdot c}$$

Çirkabların su hövzəsində yayılması, qarışma əmsalı ilə xarakterizə edilir:

$$D = \frac{1 - \beta}{1 + \frac{Q}{q} \cdot \beta}$$

burada β – çirkab nöqtəsindən öyrənilən məsafəyə qədər olan əmsaldır.

Çirkab qatılığı belə hesablanır:

$$c_l = BBAH\left(\frac{a \cdot Q}{q} + 1\right) + c_h$$

burada: C_r və C_h - kobud qatışıqların müvafiq olaraq çirkab suyunda və hövzəsində qatılıqlarıdır, mq/ kq.

10.5. İstilik tullantılarının əmələ gəlməsi və onların su hövzələri üçün ekoloji təhlükəsi

Su hövzələrinin çirklənməsində həm İES-lərdə və həm də AES-lərdə texnoloji proseslər nəticəsində əmələ gələn istilik tullantılarının da müəyyən təsiri vardır.

Araşdırmalardan belə məlum olur ki, İES-lərdə və həm də AES-lərdə ən böyük istilik itkilərini turbin kondensatordan soyuducu su ilə aparılan istiliklər təşkil edir. Deməli, işlənmiş buxar soyudulduqdan sonra soyuducu su hövzələrinə qaytarılır və bu zaman özü ilə çoxlu miqdarda istilik aparır. Soyuducu suyun giriş temperaturundan asılı olmayaraq onun çıxış temperaturu həmişə 8-10°C-dən yüksək olur.

İES-də soyuducu suyun elektrik enerjisi istehsalına görə xüsusi sərfi 100-130 kq/kVt saat AES-də isə 170-200 kq/kVt.saat təşkil edir. Buna uyğun olaraq xüsusi istilik itkisi İES-lər üçün 4,3 kC/kVt.saat, AES-də isə 7,3 kC/kVt.saat olur.

Su hövzələrinə atılan istiliklər hövzədəki suyun keyfiyyət göstəricilərinə və ekologiyaya mənfi təsir göstərir. Bununla əlaqədar olaraq, hövzə sularının temperaturu dəyişməsi üçün norma qiymətləri qoyulmuşdur. B norma qiymətlərinə görə hövzədəki suyun temperaturu qış mövsümündə 5°C və yay

mövsümündə 3°C arta bilər. Təcrübə göstərir ki, soyuducu su atılan hövzələrdə tələb olunan norma qiymətini saxlamaq üçün hövzə suyunun istiliyi 12-17 kC/m³-dan çox olmamalıdır.

Soyuducu sistemlərin texnoloji həllindən asılı olmayaraq onlar iqtisadi üstünlüyə malik olmalıdır. Bu isə suyun kondensator girişindəki temperaturu ilə müəyyən edilir, bu temperatur eyni zamanda soyuducu sistemin əsas parametri sayılır. İES-də düz su təchizatı sxemlərindən istifadə edilməsi iqtisadi nöqteyi nəzərdən daha əlverişli sayılır.

Lakin müasir İES və AES-in qoyulmuş gücü və su debiti-nin məhdud olması, bir çox su hövzələrindən istilik soyuducu kimi istifadə etməyə və sanitariya norması saxlamağa imkan vermir.

Sudan istifadə edilən və balıq yetişdirilən su hövzələrində düz su təchizatı sxemi ilə işləyən İES-in qoyulan gücü aşağıdakı düsturdan alınan qiymətdən böyük olmamalıdır.

$$N = \frac{3.6 \cdot 10^6 \delta t D k}{ab(0.965 Q_r - 869)n_q}, \text{ MBt}$$

Burada δt – su axınında temperatur artmasının baxıla bilən qiyməti, °C; D – İES-də hövzədən götürülən suyun sərfi, m³/san; $k = D_2 D$ qarışma əmsalı, D_2 – soyuducu su ilə hövzə suyu qarışığının sərfi, m³/san; $a = 1.01$ -qaz, yağ, hava soyuducularından ayrılan istiliyi nəzərə alan əmsal; b – kondensatorda təzyiqin qiyməti nominal qiymətdən böyük olduqda turbində xüsusi istilik sərfinin artmasını nəzərə alan əmsal; Q_r – turbində xüsusi istilik sərfinin nominal qiyməti, kC/kBt.saat; 0,965 – turbində və buxar xətlərində şüalanma ilə itən istiliyi nəzərə alan ədəd; n – qoyulmuş gücdən istifadə edilmə əmsalıdır, qış mövsümü üçün $n = 1$ qəbul edilir.

AES-də soyuducu suyun sərfi daha çox olur. Məsələn, gücü 4 mln. kVt olan AES-də soyuducu suyun sərfi 240 m³/san-dir. Bu isə Moskva çayının debitinin yarısına bərabərdir. Bununla əlaqədar olaraq gələcək AES və İES-in su təchizatı sistemlərinin dövrü su sxemləri üzrə qurulması nəzərdə tutul-

muşdur.

Təcrübə göstərir ki, düz su sistemlərində olduğu kimi qradrinli qurğularda da istilik rejiminin normada saxlanması çətin olur.

Aydın məsələdir ki, qradrinlərin tələb etdiyi xərclər su anbarlarına görə daha çox olur, lakin burada atılan isti suların miqdarı çox az olur.

Turbinin kondensatorlarından çıxan suyun soyuması, əsasən buxarlanma yolu ilə gedir. Bunun nəticəsində də həm atmosferin temperaturu artır, həm də nisbi nəmlik artır. Soyuducu suların buxarlanma yolu ilə itməsi nəticəsində əlavə su itkiləri yaranır.

Su anbarlarından istifadə edən zaman soyuducu suyun buxarlanma yolu ilə itməsi düz su təchizatı sistemlərinə nəzərən 20-25% qradrinlərdə isə 40-50 dəfə çox olur. Lakin qradrin qurğularından istifadə etdikdə hövzədən verilən suyun sərfi xeyli azalır.

Qradrin qurğularının əsas üstünlüyü, onların su anbarlarına nisbətən çox az yer tutmasıdır. Bununla əlaqədar olaraq qradrin qurğuları nəinki İES-in su təchizatı sxemlərində və həm də şəhər ətrafı rayonların AES və dövlət rayon elektrik stansiyalarında da istifadə olunur. Hazırda məhsuldarlığı 52 min, m³/saat olan qradrinli soyuducu sistemlər yaradılmışdır və məhsuldarlığı 100 min m³/sat olan qradrin qurğuları layihələndirilmişdir.

Soyuducu suların su hövzələrinə atılmasının əsas məsələlərindən biri isti suyun mənbə suyu ilə tam və bərabər qarışdırılmasının təşkildir.

İsti suyun su hövzəsinə atılması düzgün təşkil edilməzsə, onda yüksək temperatur zonası deyilən sahə əmələ gəlir ki, bunun da uzunluğu xeyli ola bilər.

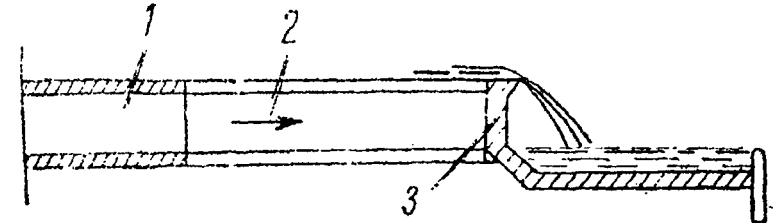
Su hövzələrinin uzunluğunu boyu atılan isti suyun qarışdıqdan sonra mənbədəki temperaturu aşağıdakı empirik düsturdan təyin edilir.

$$t = t_a \cdot e^{-\frac{BL}{QD}} \quad (10.4)$$

Burada t_a – isti su atılan yerdə hövzəsuğunun temperaturu, °C; B – su axınının eni, m; L – suyun tədqiq edildiyi nöqtələr arasındakı məsafə, km; Q – su axının debitdəki sərfi m³/san; D – yerli şəraitdən asılı olan sabit kəmiyyətdir.

D əmsalı nisbətən çətin təyin olunduğundan, praktikada isti suyun temperaturunun azalması, son anda su axınının müxtəlif sahələrinə götürülmüş temperaturlar fərqi ilə müəyyən edilir.

Təcrübə göstərir ki, su hövzələrində yüksək temperatur zonalarının azalmasına nail olmaq olar. Bunun üçün soyuducu suyun hövzəyə atılması düzgün təşkil edilməlidir. Şəkil 10.1-də soyuducu suyun hövzənin en kəsik boyunca yan astanadan daşması yolu ilə verilməsinin sxemi göstərilmişdir.

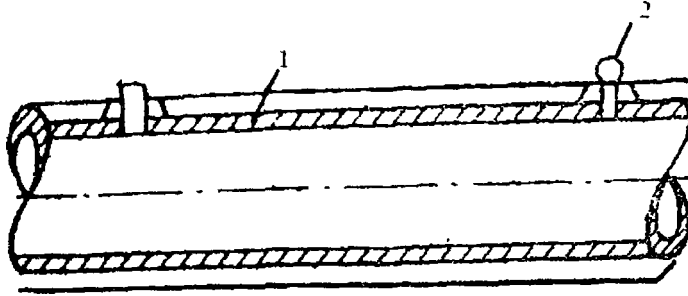


Şəkil 10.1. Soyuducu suyun maneədən aşması yolu ilə hövzəyə tökülməsi

1 – kanal; 2 – sutellayıcı qurğunun genişlənmə hissəsi; 3 – daşma əmələ gətirən maneə

Açıq tipli suatma sistemlərində, isti su ilə hövzə suyunun qarışması və suyun oksigenlə doyması, yəni aerasiyası daha yaxşı gedir. Suyun şırıqlı verilməsi isə çıxış kollektorunun sonunda qoyulmuş və hövzənin dibində yerləşdirilmiş subuxarıcı vasitəsi ilə aparılır (şəkil 10.2). İsti suyun hövzəyə belə verilməsinin təşkili, onun hövzə suyu ilə yaxşı qarışmasını və eyni zamanda aerasiya olunmasını xeyli yaxşılaşdırır.

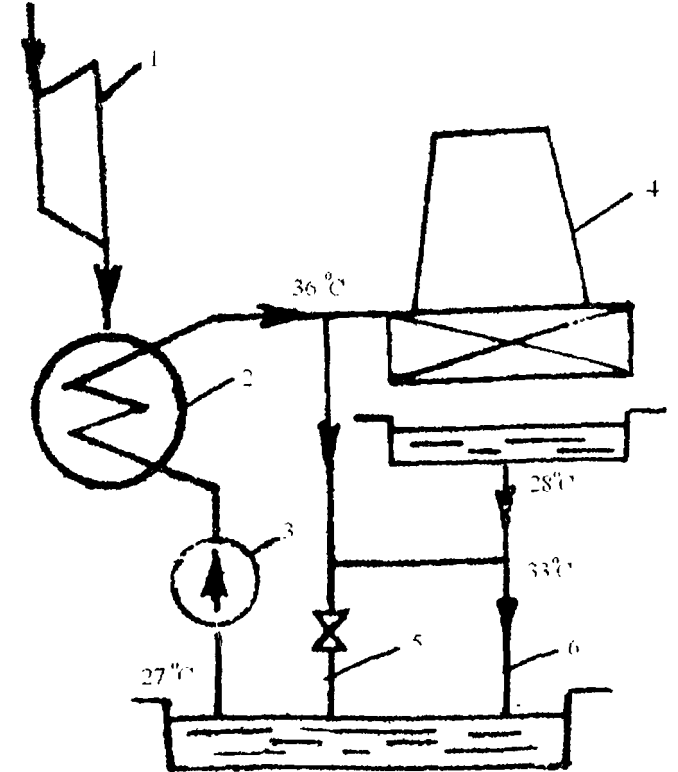
İlin isti vaxtlarında isti suyu tullamamışdan qabaq onu soyuq su ilə qarışdırdıqdan sonra tullamaq olar. Bunun üçün xüsusi soyuducu qradinlərdən və ya çiləyici hovuzlardan istifadə edilir (şəkil 10.3.).



Şəkil 10.2. Şirnaqlı sutullayan qurğu

1 – kanal; 2 – suburaxan borucuq; 3 – dəmir-beton kollektoru;
4 – beton örtüyü 5 – çınqıl döşəmə; 6 – qumla doldurulmuş qat

Su hövzələrinin soyuducu su ilə aparılan “istilik” çirkləndirici başqa göstəricilərə də təsir edir. Məsələn, kondensatorlarda tələb olunan vakuum saxlamaq üçün soyuducu suyun sərfi xeyli artır. BU isə son anda yanacağın sərfinin artmasına səbəb olur.



Şəkil 10.3. Atılan soyuducu suyun soyudulması sxemi
1 – buxar turbin; 2 – kondensator; 3 – dövrən nasosu;
4 – qradin qurğusu; 5 – qış mövsümündə tullama; 6 – yay mövsümündə tullanam

Bundan başqa, kondensator borularında bioloji çökmələr və “örtüklər” yaranır. Bununla əlaqədar olaraq boruları təmizləmək üçün müxtəlif üsullardan istifadə edilir. Məsələn, rezin kürelərlə təmizləmə, soyuducu suyun maqnit üsulu və turşu ilə emalı və s. Bu üsullar da öz növbəsində su hövzələrini çirkləndirir.

10.6. Su emalı və kondensat təmizləyici qurğuların çirkab suları

Hazırda, istər İES və istərsə də AES-də istilik tsikllərinə fasiləsiz olaraq verilən suyu duzlardan təmizləmək üçün xam (emal olunmamış) suyun keyfiyyətindən və emal olunmuş suyun keyfiyyətinə qoyulan tələbatdan asılı olaraq müxtəlif emal qurğularından istifadə edilir. Su emalı qurğusunun növündən asılı olmayaraq, adətən burada ilk emal və ion mübadilə qurğularından geniş istifadə edilir. Böhran və yüksək təzyiqli barabanlı buxar qazlarının əlavə suyu H-OH ionit süzgəclərində əlavə olaraq qarışıq süzgəclərində də emal edilir. Amma istilik şəbəkələrinin qidalandırıcı suyu əksər hallarda Na – kationit süzgəclərində emal edilir.

Suyun ilk emalı sxeminə koaqulyasiya, əhəngləşdirmə, maqnezium üsulu ilə silisium sızdırma və mexaniki süzülmə prosesləri daxildir. Adətən, xam su çay suyu olduqda, belə sular emal edilərkən mütləq koaqulyasiya və mexaniki süzmə prosesləri aparılmalıdır. Əhəngləşdirmə prosesi nadir hallarda, maqnezium üsulu ilə silisium sızdırma isə xüsusi hallarda aparılır.

Su emalı üsullarının növündən asılı olmayaraq onların hamısından reagentlərdən istifadə edilir. İon mübadilə sxemlərində reagentlərdən istifadə edilməsi emal edilmiş suyun keyfiyyət və miqdarını heç olmazsa müəyyən qədər ödəyir, ancaq ilk emal sxemi üçün demək olmaz. Bundan başqa, əgər ion mübadilə prosesinin tullantı suları dövrü xarakter daşıyarsa, ilk emal sxeminin tullantı suları fasiləsiz xarakter daşıyır. Bununla əlaqədar olaraq ion mübadilə qurğularının tullantı sularının sonrakı zərərsizləşdirmə məsələlərinin həlli müəyyən çətinliklərlə bağlıdır.

Nəzərə almaq lazımdır ki, su emalı qurğularında reagentin həqiqi sərfi onun hesablama sərfindən həmişə böyük olur. Məsələn, Na – kationit süzgəclərində NaCl duzunun xüsusi

sərfi 3-6 q-ekv/q-ekv, H – kationit süzgəclərində H₂SO₄ turşusunun xüsusi sərfi 2-3 q-ekv/q-ekv və anionit süzgəclərində NaOH qələvisinin xüsusi sərfi 5-6 q-ekv/q-ekv təşkil edir. Burada sərf olunan reagentlər və sudan xaric edilən kation və anionlar son anda, tsikldən kənar edilməlidir. Ona görə də bu zaman qurğulardan atılan duzlu, turşulu və qələvi suların həcmi nisbətən çox olur. Məsələn, məhsuldarlığı 2000 m³/saat olan qurğuların tullantı suları ilə atılan duzların sərfi 1,5-2 t/saat ola bilər.

Adətən, su emalı qurğularının tullantı suları, əsasən neftal duzlar, qələvi və turşu məhlulları ilə çirklənmiş olur. Bu sular spesifik zəhərləyici xassəyə malik deyil lakin su hövzələrinə düşdükdə suyun pH göstəricisini kəskin dəyişmiş və ümumi duzluluğu artırır. Suyun ilk emal prosesində yaranan tullantı sularda çoxlu üzvi maddələr olur. Üzvi maddələr su hövzələrinə düşdükdə oksigenə biokimyəvi ehtiyac (OBE) artmış olur. Burada üzvi maddələrdən başqa, mexaniki süzgəclərdən atılan mexaniki qatışıqlar da olur. Ona görə də ilk emal sxemlərindən də atılan suların su hövzələrinə axıdılmasına icazə verilmir. Analiz göstərir ki, Analiz göstərir ki, şəffallaşdırıcı qurğuların üfürmə sularında Mg(OH)₂, CaCO₃ və üzvi qatışıqlardan başqa çoxlu miqdarda dəmir və alüminium birləşmələri də olur. Bu maddələrin miqdarı əsasən xam suyun keyfiyyətindən ilk və emal metodundan asılı olaraq dəyişir. Suyun əhəngləşdirmə ilə emalı zamanı pH-in də qiyməti artmış olur (10-10,2)

Şəffallaşdırıcılarda alınan şlamın miqdarı aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$k = 0,01 \left[25 \left(C_{Ca}^{xc} + C_{Ca}^{xl} + C_{Mg}^{xc} - 1735 K_q \right) + B + M + k(k_1 + k_2) \right]$$

Burada C_{Ca}^{xc} , C_{Ca}^{xl} – xam suda olan və suya əhəng verilməsi nəticəsində alınan Ca²⁺ ionlarının konsentrasiyası, q/m³ C_{Mg}^{xc} xam suda olan Mg²⁺ ionlarının konsentrasiyası, q/m³ B, M xam suyun tərkibində olan və suya əhəng verilməsi nəticəsində alınan kobud qatışıqların miqdarı, q/m³, k – susuz koaqulyantın

dozası, q/m^3 , k_1 – koagulyantın tərkibində olan qatışıqları nəzərə alan əmsal, təmizlənmiş $Al_2(SO_4)_3$ koagulyantı üçün 0,69 və $FeSO_4$ koagulyantı üçün 0,1 qəbul edilir. k_2 – hidrosidlərin əmələ gəlməsini nəzərə alan əmsaldır: $Al_2(SO_4)_3$ koagulyantı üçün isə 0,7 qəbul edilir.

İlk emal sxemində mexaniki süzgəclərin yuyulması zamanı da şlam ola bilər. İstismar göstəricisinə görə diametri 3 m olan mexaniki süzgəclərin hər dəfə yuyulması prosesində 8-20 kq-a qədər şlam tullanılır.

Kimyəvi duzlaşdırıcı qurğularda – kationit süzgəcləri H_2SO_4 turşusu və OH^- – anionit süzgəcləri $NaOH$ qələvi məhlulu ilə regenerasiya edilir. Ona görə də kimyəvi duzlaşdırıcı qurğuların tullantı suları uyğun olaraq turşulu və qələvili olur. İstismar göstəricisinə görə pilləli H – kationit süzgəclərinin ümumi tullantı sularının 75%-i birinci pillədən qalanı isə ikinci pillədən atılır. Təcrübə nəticəsində öyrənilmişdir ki, H – kationit süzgəclərinin işlənmiş regenerasiya məhlullarında ümumi duzluluğun miqdarı 50 q/kq-a qədər ola bilər. Yuma sularının duzluluğu isə 2-8 q/kq olur. Anionit süzgəclərinin işlənmiş regenerasiya məhsullarında duzluluğun maksimum qiyməti 20-60 q/kq, orta qiymətli isə 1,4-1,6 kq/kq arasında dəyişir.

İki pilləli H və OH^- ionit süzgəclərinin regenerasiyası zamanı yaranan çirkab sularının ümumi miqdarını aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$Q = D_0 \sum_{i=1}^n k_i Q_i \frac{C_i}{e_i}, m^3/saat \quad (10.5)$$

Burada D_0 – qurğunun məhsuldarlığı, $m^3/saat$; k_i – hər pillə üçün xüsusi su sərfini nəzərə alan əmsal, Q_i – hər pillədə alınan çirkab suyun sərfi, $m^3/saat$, C_i – hər pillədə emal olunan sudan xaric edilən uyğun ionların konsentrasiyası, mq-ekv/kq, i , ionit hər pilləsinin ion mübadilə tutumudur, q-ekv/ m^3 .

Hər pillə üçün xüsusi su sərfi əmsalı aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$k_i = \sum (1 + Q_i \frac{C_i}{e_i}) \quad (10.6)$$

Uyğun ionların konsentrasiyasını isə aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$C_i = \frac{k_i D_0 C_i}{Q_i} \quad (10.7)$$

Na-kationit süzgəclərinin işlənmiş regenerasiya məhlullarında ümumi duzluluğun qiyməti 50-70 q/kq, ümumi codluq 10 mq-ekv/kq və hidrogen göstəricisi isə $pH=7$ olur. Belə suların tərkibində, əsasən Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ və Cl^- ionları çox olur. Su emalı qurğularından atılan ümumi tullantıların miqdarını aşağıdakı kimi ifadə etmək olar:

$$G = \frac{Q_{H_2SO_4}}{q_{H_2SO_4}} (\Delta SO_4^{2-} + q_{H_2SO_4} \frac{c_k}{k}) + \frac{Q_{NaOH}}{q_{NaOH}} (\Delta Na^+ + q_{NaOH} \frac{c_a}{A}) + \frac{Q_{NaCl}}{q_{NaCl}} (\Delta Cl^- + q_{NaCl} \frac{c_{\kappa}}{K}) + 1,8 Q_{CaO} + 0,7 Q_{MgO} + Q_{Al_2(SO_4)_3}$$

Burada $Q_{H_2SO_4}$, Q_{NaOH} , Q_{NaCl} , Q_{CaO} , $Q_{Al_2(SO_4)_3}$, uyğun

reagentlərin sərfi, kq; $q_{H_2SO_4}$, q_{NaOH} , q_{NaCl} uyğun reagentlərin xüsusi sərfi, kq; c_k , c_a , c_{κ} – kationların, anionların və cod ionların konsentrasiyası, kq/ m^3 ; K , A – kationların və anionların konsentrasiya. Cəmləri, mq-ekv/kq; ΔSO_4^{2-} , ΔNa^+ , ΔCl^- ... uyğun ionların H_2SO_4 , $NaOH$ və $NaCl$ reagent molekullarına olan nisbətləridir.

Kondensat təmizləyici qurğuların tullantı suları su emalı qurğularının ümumi çirkab sularının az hissəsini təşkil edir. Su emalı qurğularının çirkab sularından fərqli olaraq, kondensat emalı qurğularının çirkab suları KU-2-8 və ya sulfokömürlə doldurulmuş süzgəclərinin yuma sularından və işlənmiş regenerasiya məhlullarından ibarət olur.

Su emalı qurğularının çirkab sularının su hövzələrinə

qarşılıqlı təsiri duzluğun artması, rH-ın dəyişməsi, OBE artması və duz tərkibinin dəyişməsi ilə müəyyən edilir. Burada Cl^- və SO_4^{2-} ionlarının konsentrasiyası daha böyük ola bilər. Lakin su hövzələri üçün Cl^- ionlarının maksimal norma qiyməti 350 mq/kq və SO_4^{2-} ionlarının maksimal norma qiyməti 500 mq/kq qəbul edilmişdir, yəni hövzədəki suyun Cl^- SO_4^{2-} anionlarına görə tərkibi göstərilən qiymətlərə qədər arta bilər.

10.7. Neft məhsulları ilə çirklənmiş tullantı suları

Neft məhsulları, bütün sənaye tullantı sularının tərkibində ola bilər. Sənaye tullantı sularının çirkəbləri sırasında neft məhsulları xüsusi nəzarət tələb edən zərərli maddələrdən biri hesab olunur. Bununla əlaqədar olaraq neft məhsulları üçün çox kiçik BBKH norma qiyməti müəyyən edilmişdir. Su hövzələrinə düşən neft məhsulları üç şəkildə ola bilər: emulsiya, kolloid və həll olmuş şəkildə.

Neft məhsullarının suda həll olması onların qaynama temperaturundan asılıdır. Yüksək temperaturda qaynayan neft məhsulları praktiki olaraq nəzərə alınmaq olar. Neft məhsulları su hövzələrinə düşdükdə onların səthində təbəqə şəklində yayılır və suyun təbii aerasiyasını zəiflədir. Digər tərəfdən neftin ağır hissələri hövzənin dibinə çökərək, orada yaşayan flüor və faunaların su ilə əlaqələrini kəsir və nəticədə onlar məhv olur. Bundan başqa, neft məhsulları (əsasən kükürlü mazutlar) balıq yetişdirilən su hövzələrinə düşdükdə (0,05—0,1 mq/kq) balıq kürülərinə məhvedici təsir göstərir. Neft məhsullarının oksidləşməsi tədricən getdiyindən onların suda təsir etmə və yaşama müddəti uzun olur. Oksidləşmə prosesi qurtardıqdan sonra neft məhsulları CO_2 və kükürd oksidlərinə çevrilir.

İES-İN tullantı sularında neft məhsullarının mövcud olması mazut təsərrüfatında, baş binadan, elektrotexniki avadanlıqlardan və köməkçi xidmət edicilərdən (depo, qaraj, kompressor

qurğularından) atılan yağ məhsullarının və ya axıntı sularının yaranması nəticəsində baş verir.

Mazutla çirklənmiş axıntı suları bir neçə mənbələrdən əmələ gəlir. Nasosların soyuducu suları, istilik dəyişdiricilərin (mazut qızdırıcıların) buxar kondensatorları, mazutla çirklənmiş torpaq suları, təmir işləri zamanı əmələ gələn axıntı suları, mazutun qəza hallarında axıdılması və s. buna misal ola bilər.

Nasos yastıqlarının soyudulması zamanı kippəclərdən sızan yağ məhsulları soyuducu suya keçir. Bu zaman soyuducu suda olan yağ məhsullarının miqdarı 2–5 q/kq ola bilər. Mazut təsərrüfatında isə, çirklənmiş kondensatorların yaranması qəbuledici çənlərdə buxarın bağlanması hallarında, buxar peyklərində və qalıqlarında, qızdırıcılarda sızma və s. nəticəsində əmələ gəlir. Torpaq sularının mazutla çirklənməsi, qəbuledici və əsas çənlər, düzgün quraşdırılmayanda və həm də mazutun qəbulu zamanı onun daşınmasına qarşı lazımı tədbirlər görülməyəndə baş verir.

Baş binanın axıntı sularının mazutla çirklənməsi, turbin qurğularının yağ sistemlərindən və yastıqlarından sızan yağların suya düşməsi nəticəsində ola bilər. Adətən, baş binanın axıntı sularının həcmi quraşdırılan aqreqatların tipindən və gücündən asılı olaraq dəyişir.

Bəzi hallarda turbinin yağ soyuducu sistemlərini və köməkçi avadanlıqlarının yastıqlarını soyudan zaman turbin kondensatorlarının soyuducu suyundan istifadə edilir. Bu zaman yağ soyuducularının ara boşluqlarından sızan yağ maddələri soyuducu suya keçir. İstismar göstəricilərinə görə belə hallarda soyuducu suda yağın konsentrasiyası 25–30 mq/kq ola bilər. Bəzən də neft məhsullarının tullantı sularına düşməsi yağ regenerasiya edən qurğulardan və turbinin yağla çirklənmiş su çənlərindən yağlı suların sızması nəticəsində baş verir.

Elektrotexniki qurğularda ən çox yağ sızmaları izolyasiya yağlarının flans birləşmələrindən axması ilə baş verir.

Ümumittifaq texniki enerji idarəsinin apardığı təcrübələr

göstərmişdir ki, İES-in neft məhsulları ilə çirklənmiş sularının miqdarı stansiyanın qoyulmuş gücündən tam asılı olmur və bu suların miqdarının dəyişməsinə stansiyanın hansı parametri ilə bağlı olduğunu qəti söyləmək mümkün deyildir. Ancaq qazmazut yanacaqlarla işləyən İES-in neftlə çirklənmiş suları bərk yanacaqlarla işləyən İES-in çirkəb sularına nisbətən daha çox olur.

Təcrübə göstərir ki, İES-də neft məhsullarının çox itməsinin əsas səbəbi avadanlıqların quraşdırılmasının keyfiyyətsiz aparılması və istismarçı heyətin səhlənkər işi nəticəsində qəzaların baş verməsi ilə olur. hesablamalara görə ən böyük İES-də belə neft məhsulları ilə çirklənmiş suların həcmi 100 m³/saatdan çox olmur və neft məhsullarının konsentrasiyası 50 mq/kq-ə qədər ola bilər.

10.8. Mazut yanacaqla işləyən buxar qazanlarının qızma səthlərinin yuyulması zamanı əmələ gələn çirkəb suları

Mazutla işləyən buxar qazanlarının əsasən konvektiv qızma səthləri həmişə kül və korroziya məhsulları ilə çirklənmiş olur. Tüstü qazları ilə aparılan külün əsas hissəsi su ekonomayzerlərinin və hava qızdırıcılarının qızma səthlərində çökür. Təcrübələrə görə mazut yanacaqla işləyən qazanlarda konvektiv qızma səthlərində çökən külün miqdarı mazut yandırılan zaman əmələ gələn ümumi külün 10%-ni təşkil edir.

Yanma məhsullarının tərkibində olan kükürd oksidi qazların temperaturu şəh nöqtəsinin temperaturundan aşağı olan konvektiv qızma səthləri ilə görüşdükdə əlavə olaraq FeSO₄ və Fe₂(SO₄)₃ korroziya məhsullarının yaranmasına səbəb olur. Belə proseslər ən çox regenerativ hava qızdırıcılarının tıxaclarında və qızma cəhətlərində baş verir. Burada şəh nöqtəsinin aşağı temperaturlarında tüstü qazlarında olan su buxarının SO₃ ilə birləşməsi nəticəsində yaranan turşu buxarlarının H₂SO₄ kondensatlaşması gedir və nəticədə yuxarıda deyildiyi kimi

korroziya məhsullarının daha çox yaranmasına səbəb olur Qızma cəhdlərinin nəmlənməsi və korroziya məhsullarının yaranması tüstü qazları ilə gedən kül hissəciklərinin daha çox yapışib qalması ilə nəticələnir. Bu da öz növbəsində qaz selinin hərəkətinə qarşı müqaviməti artırılmış olur və istilik ötürəni pisləşdirir. Ona görə də hər 15-20 gündən bir hava qızdırıcılarının qızma cəhəti təmizlənir.

Regenerativ hava qızdırıcılarının qızma səthlərini bir neçə üsulla təmizləyirlər. Praktiki olaraq ən çox aşağıdakı üsullardan istifadə edilir:

- qələvi məhlul və texniki su ilə yuma üsulu (nəm üsul)
- buxara üfürmə üsulu,
- regenerativ qızdırıcıya havanın verilməsini müvəqqəti dayandırmaqla, tüstü, qazları ilə səthlərin qızdırılma qurudulma üsulu (quru üsul),
- impuls üsulu ilə

Rekenerativ hava qızdırıcılarının tıxaclarının və qızma səthlərinin texniki su və qələvi məhlullarla yuyulması daha yaxşı nəticə verir. Lakin bu halda tıxacların korroziya sürəti böyük olur. Yuyucu suyun sərfi 30 m³/saat və yuma müddəti 2-3 saat davam edərsə, tıxaclarda korroziyanın, sürəti 0,06 q/m².saat artır. 3%-li NaOH məhlulundan istifadə, etdikdə isə tıxaclarda korroziyanın sürəti 2-3 dəfə artır. Bundan başqa texniki su ilə yuma zamanı rotorun və qaz yolunun konstruktiv elementləri də dağıla bilər. Bununla əlaqədar olaraq, texniki su ilə yuma üsulundan qazanlar cari və əsaslı təmirə dayananda istifadə edilir).

Regenerativ hava qızdırıcılarını yuyan zaman qızma səthindən çoxlu miqdarda qurum və korroziya məhsulları ayrılır. Bu məhsulların çox hissəsi yuyucu suda həll olur. Analiz nəticəsində öyrənilmişdir ki, yuma prosesindən sonra, suyun qatışıqlara görə orta tərkibi əsasən aşağıdakı maddələrdən ibarətdir.

Cədvəl 10.2

Maddələr	Konsentrasiyası q/kq
Kobud dispers maddələr	0,5
Sərbəst H_2SO_4	4-5
Dəmir	7-8
Vanadium	0,3-0,8
Nikel	0,1-0,15
Mis	0,02-0,05
Quru qalıq	32-45

Regenerativ hava qızdırıcıları təzyiqi 18-20 MPa olan “şırnaqlı” su ilə yuyulur. Şırnaqlı su tıxacların üst və alt tərəflərindən verilə bilər. Burada $1m^2$ səthi yumaq üçün $5 m^3$ su tələb olunur.

Konvektiv qızma səthlərinin yuyulması ildə bir dəfə məsləhət görülür. Yuyucu suyun sərfi 300-320 t/saat və yuma müddəti 2 saat olur.

Pik suqızdırıcı qazanları 15 sutkada bir dəfə yuyulur. Yuma müddəti 0,5 saat davam edir. Yuma suyunun sərfi PTVM – su qızdırıcı qazanları üçün $15 m^3$, KQVM – 100 və 1-180 üçün 20-25 m^3 qəbul edilir. Bəzən qızma səthləri quru üsulla da təmizlənir. Belə hallarda qızma səthləri ildə bir dəfə yuyulur.

Təcrübədə bəzən buxar və ya tüstü qazlarının üfürülməsi ilə təmizləmə metodlarına da rast gəlmək olur. Son zamanlar təkan üsuluna da böyük fikir verilir. Adətən, qaz-mazut yanacaqları ilə işləyən qazanalarda kül tutucu qurğulardan istifadə edilmir. Ona görə də qızma səthlərinin quru halda təmizlənməsi zamanı qopan kül və korroziya məhsulları tüstü qazları ilə birlikdə atmosfərə keçə bilər. Bu isə atmosferin çirklənməsinə səbəb olur. Həm də atmosferdə küllə aparılan vanadium və ni-

kel maddələrinin də miqdarı artır. Ona görə də quru üsulla kül təmizləmə hallarında qaz yolunda kültutucu qurğular qoyulmalıdır və küllün tərkibində olan vanadium və nikel kimi qiymətli metallar utilizasiya edilməlidir.

10.9. Qızma səthləri kimyəvi yuyulan zaman yaranan çirkab suları

İES-in əsas avadanlıqlarının (əsasən qazanların) qızma səthlərini ərp və başqa çöküntülərdən təmizləmək üçün periodik olaraq kimyəvi üsulla yuma proseslərindən daha çox istifadə edilir. Qazan qurğusu, ilk dəfə istismara buraxılıanda da onu kimyəvi üsulla yuyurlar. Buna işə buraxmadan yuma deyilir. Qazan qurğusu həm də istismar dövründə yuyula bilər. Buna isə, istismar zamanı yuma deyilir. İstismar zamanı yuma prosesi fasiləli aparılır və avadanlığın vəziyyətindən asılı olaraq ildə bir dəfə aparılır.

İstismar zamanı yuma bir neçə mərhələdə aparılır. Bura həm kimyəvi reagentlərlə və həm də texniki su ilə yuma daxildir.

Avadanlıqların tipindən, ərp və çöküntülərin tərkibindən asılı olaraq yuyucu reagentin tərkibi və texnologiyası seçilir. Adətən, yuma üçün qeyri-üzvi turşu məhlullarından, üzvi birləşmələrdən, kompleksonlardan, yuyucu preparatlardan və korroziya inhibitorlarından istifadə edilir.

Qazan qurğularını işsiz, yəni saxlama müddətində dayanma korroziyasından mühafizə etmək üçün yaş və quru konservasiya üsullarında istifadə edilir. Yaş konservasiya üsulu dedikdə qazanın, yəni onun su həcmi hidroz, ammiak qarışığı və natrium nitrat məhlulları ilə doldurulması nəzərdə tutulur, quru konservasiya üsulunda isə qaz halında olan azotdan istifadə edilir, yəni azotla doldurulur.

Cədvəl 10.3.

**Qazan işə buraxıldıqdan qabaq yuyulan zaman yaranan
çirkab suların miqdarı**

Qazanın məhsuldarlığı kq/san	Qazanın tipi	Yuma sxemi	Yuyulan konturun həcmi m ³	Atılan suların miqdarı	
				Neytrallaşdırıcı	Bərabərləşdirici tutumunda
116,7	Barabanlı	Bir konturlu	400	2800	6400
177,8	Barabanlı	İkikonturlu	350	2450	800
		I kontur	150	1050	
263,8	Düz axımlı	Bir konturlu iki etapla	550	3750	8800
263,8	Düz axımlı	İkikonturlu	500	5000	16800
		I kontur	550	5500	
444,5	Düz axımlı	İkikonturlu	680	6800	21800
		I kontur	680	6800	
796,1	Düz axımlı	İkikonturlu	550	5200	20000
		I kontur	700	7000	

Qazanlar kimyəvi üsulla yuyulanda yaranan çirkab suyunun miqdarı qazanların tipindən daxili qızma səthlərinin çirkənlənmə dərəcəsinin və yuma texnologiyasından asılıdır. Cədvəl 10.3-də müxtəlif yuma texnologiyaları verilmişdir. Çirkab suyun tərkibində olan mexaniki və başqa qatışıqların miqdarı işə yuyulan maddələrin miqdarından və qazanın tipindən asılı olaraq dəyişir. Qazan qurğusunu kimyəvi reagentlə yuduqdan sonra kimyəvi reagentin özünün qalıq hissəsini qazandan (səthlərdən) yumaq lazımdır. Burada yuma nəticəsində alınan çirkab suyunun miqdarı ümumi tullantı suyunun 70-90%-ni təşkil edir. Bu tullantıların pis cəhəti ondan ibarətdir ki, onların sərfi bir-birindən böyük həddə arta bilər və tərkibində qatışıqların konsentrasiyası həmişə dəyişən olur.

Bununla əlaqədar olaraq, bütün tullantıların üç qat qarışdırılmasını da nəzərə almaqla böyük tutumlar qurulmalıdır. Belə

tutumları durulducular və hovuzlar əvəz edir. Cədvəl 10.4-də kimyəvi yuma prosesindən sonra durulduculara və ya hovuzlara atılan çirkab sularının təxmini tərkibi verilmişdir.

Cədvəldən görmək olur ki, yumadan sonra tullantı çirkab sularının tərkibində kimyəvi reagentlərdən başqa, həm də çoxlu miqdarda zərərli maddələr – mis, sink, flüor, hidrozin və s. vardır.

Bununla yanaşı bu suların yüksək OBE göstəriciləri də vardır, yəni bunlar su hövzələrinə tullandıqda oksigenin əsas hissəsi qatışıqların oksidləşməsinə sərf olunur.

Avadanlıqlar kimyəvi yuyulan zaman yaranan çirkab sularının tərkibi su hövzələrində sanitariya rejimlərinə təsirinə görə üç qrupa bölünür:

1. Konsentrasiyası – BBKH normasına uyğun olan qeyri-üzvi maddələr (kalsium, maqnezium və natrium sulfatları, xloridləri),

2. Konsentrasiyaları BBKH normasından xeyli yüksək olan zəhərləyici maddələr (dəmir, mis, sink duzları, flüor birləşmələri və hidrolizin)

Cədvəl 10.4

**İES-də avadanlıqlar kimyəvi yuyulan zaman yaranan
çirkab sularının qatışıqlarına görə tərkibi**

Maddələr	Yuma üsulları			
	Xlorid turşusu 2000	Adipin turşusu	Hidrozin turşusu	Kompleks ion
Xlor (Cl ⁻)	-	-	-	-
Sulfat	-	300	800	300
Dəmir Fe ²⁺ + Fe ³⁺	300	230	300	250
Mis	50	-	-	50
Sink	50	-	-	30
Flüor	250	-	-	200
Formaldehid	200	-	-	-
NH ₄ + NO ₂	570	-	-	570
Hidrozin	-	26	25	-
Duzluluq	2500	180	2000	1500
OBE, mqO ₂ /kq	200	120	-	200

3. Su hövzələrində oksidləşməyə məruz qalan üzvi maddələr (nitritlər, sulfidlər və ammonium duzları)

Bununla əlaqədar olaraq, kimyəvi yuma zamanı yaranan çirkab suları ilk növbədə ikinci qrupa daxil olan maddələrdən təmizlənməlidir. Təmizləmə prosesi BBKH normasına qədər davam etdirilməlidir.

10.10. Bərk yanacaqlarla işləyən İES-in kül atma qurğularının tullantı suları

Bərk yanacaqlarla işləyən İES-in buxar qazanlarının kültutma qurğularından hər ildə 70 mln. tona yaxın kül atılır.

Güclü İES-in ərazisindən xaric edilən kül təxminən 20 km kənarda düzəldilmiş xüsusi kül qəbuledicilərinə atılır. Kül qəbulediciləri 11-12 min hektara qədər torpaq sahələrini tuta bilər. Külətmə meydançalarından kül qəbuledici kimi istifadə edilmədikdə onlardan kənd təsərrüfatı məqsədi üçün istifadə edilməsi 7-12 il məsləhət görülmür.

Kül İES ərazisində iki yolla atıla bilər: quru halda və su ilə.

Külün quru halda atılması, pnevmatik nəqliçilər vasitəsilə aparılır. Bu üsulun üstün cəhəti ondan ibarətdir ki, kül atılan zaman sudan istifadə edilmir. Lakin çox baha başa gəldiyindən bu üsuldən xüsusi hallarda istifadə edilir. Külün su ilə atılması hidravliki nəql edilmə əsasında aparılır və bu üsul texniki və iqtisadi cəhətdən əlverişli sayılır. Burada ocaqdan xaric edilən kül yuyucu su ilə birlikdə kül qəbuledicilərinə axıdılır və kül çökdükdən sonra durulmuş su su hövzələrinə və yaxud da külətmə qurğularına qaytarılır. İşlənmiş suyun bilavasitə su hövzələrinə atılması külün düz su sistemi üzrə xaric edilməsi və işlənmiş suyun külətmə qurğularında təkrar istifadə edilməsi isə külün dövrü su sistemi ilə xaric edilməsi adlanır. Bunlara *düz və dövrü hidravliki kül atma sistemləri* də deyilir.

Stansiya ərazisindən çıxarılan külün atılması sistemlərində suyun xüsusi sərfi 20-40 m³/t olur.

Dövrü hidravliki külətmə qurğularının sxemlərində su

itkiləri olduğundan həmişə sistemə əlavə su verilir. Su itkiləri suyun bir hissəsinin su hövzələrinə tullanması və bir hissəsinin buxarlanma və süzülmə zamanı itməsi nəticəsində yaranır.

Kül su ilə atılanda onun bir hissəsi suda həll olur, qalan hissəsi isə suspenziya və ya lopa şəklində qalır. Burada suyun mexaniki qatışıqlara görə tərkibi və miqdarı külün kimyəvi tərkibindən, hidravliki kül atma sistemlərindən və tüstü qazlarının kül hissəciklərindən təmizləyən sistemlərdən asılı olaraq dəyişir.

Müxtəlif markalı bərk yanacaqları yandıranda onların külünün tərkibi böyük miqyasda dəyişə bilər. Analiz göstərir ki, bərk yanacaq külünün əsas kimyəvi tərkibi və dəyişməsi aşağıdakı oksidlərdən ibarət olur:

$\text{Al}_2\text{O}_3=10-40\%$, $\text{SiO}_2=10-68$, $\text{Fe}_2\text{O}_3=2-30\%$, $\text{CaO}=2-70\%$, $\text{MgO}=0-10\%$, $\text{NaO}_2+\text{K}_2\text{O}=0-10\%$

Bununla yanaşı külün tərkibində bəzi zəhərləyici maddələr də (germanium birləşmələri, vanadium, çivə, flüor, arsen, berillium və s.) olur. Bu maddələrin böyük xalq təsərrüfatı əhəmiyyəti vardır.

Yuyucu suyun tərkibində yanma prosesində əmələ gələn bəzi kanserogen maddələri də ola bilər.

Hidravliki külətmə qurğularının işlənmiş sularının mineral maddələrə görə doymasını aşağıdakı qruplara bölürlər:

- 1) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ görə doyma,
- 2) CaSO_4 görə doyma,
- 3) cəmi vaxtda $\text{Ca}(\text{OH})_2$ və CaSO_4 görə doyma,
- 4) nisbətən az minerallığa görə doyma.

Düz hidravliki külətmə sistemlərində işlənmiş suyun hövzəyə atılması onun tərkibində həll olmuş bütün maddələr və kobud qatışıqlarla birlikdə aparılır.

Dövrü hidravliki külətmə sistemlərində əsas çətinliyi yarıdan suyun $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCO_3 və CaSO_4 maddələrinə görə doymuş hala keçməsi və bu maddələrin boru kəmərlərində və nasoslarda çökməsi prosesidir. Bu çətinliyi aradan qaldırmaq

üçün həmişə suyun bir hissəsi dövrü su sistemindən üfürülmə yolu ilə xaric edilir.

Dövrü sistemdə üfürmənin aparılması dövr edən suyun duzlara görə doyması ilə müəyyən edilir.

Dövrü kül tutma qurğularında sistemdən üfürülən suyun miqdarı sistemdə dövr edən ümumi suyun 1-3%-ni təşkil edir.

Külatma qurğularında yuyucu suların tərkibində qatışıqların çox müxtəlif olması onların kimyəvi tərkiblərinin tam öyrənilməsini çətinləşdirir. Yuyucu su tüstü qazları və atmosfərə qarışdıqda onun tərkibində əlavə olaraq kükürd oksidi, azot və karbon qazı da həll olur. Burada həll olmuş maddələrin bir-biri ilə qarşılıqlı təsiri nəticəsində yeni maddələr əmələ gəlir və doymuş halda olan birləşmələrin həlli olma dərəcəsindən asılı olaraq onların bir hissəsi çökür.

Külatıcı qurğulardan durulmuş suların əsas keyfiyyət göstəricisi qələvilik, sulfatların SO_4^{2-} konsentrasiyası ümumi duzluluq və zəhərləyici qatışıqların konsentrasiyası ilə müəyyən edilir. Qələvi və sulfatların olması dövrü su sistemində çökmə ehtimalının olmasını göstərir, qalan göstəricilərin su hövzələrinə düşməsi isə keyfiyyəti xarakterizə edir.

Nəm kültutuculardan istifadə edilməsi zamanı dövrü sistemdə kalsium sulfatın çökməsinin qarşısını almaq üçün sistemdə üfürülmə aparılır. Bu üfürülmə suyunun sərfi zamanı aşağıdakı kimi olur:

$$Q_{sf} = [Q_{e,s} (III_{s,s}^{4m} + 3,95_k + 7,95\sqrt{S_{sf}}) + [SO_4^{2-}]_{e,s} \cdot Q_{e,s}] \cdot e^{-0,005\tau} - [0,5(G_k - G_n) \cdot Q_{s,z}] \cdot m^3 / saat$$

Quru kültutucularından istifadə edilməsi hallarında isə dövrü sistemdən üfürülən suyun sərfi aşağıdakı düsturdan təyin edilir:

$$Q_{sf} = \frac{[1,5G_k \cdot SO_3^t + [SO_4^{2-}]_{e,s}] \cdot e^{-0,005\tau}}{20} - [0,5(G_k + G_n) \cdot Q_{s,z}] \cdot m^3 / saat \quad (10.8)$$

Burada Q_{sf} – nəm kül tutucularında sulamaq üçün verilən suyun sərfi, $m^3/saat$ $III_{s,s}^{4m}$ – sulama suyunun ümumi qələviliyi, $mq-ekv/kq$; S_k – yanacaqda kükürdün %-lə gətirilmiş qiymətinə görə tərkibi $[SO_4^{2-}]_{e,s}$, S_3^k – əlavə olunan sudaki sulfatın $mq-ekv/kq$ ilə konsentrasiyası və külün tərkibində olan sulfat oksidinin %-lə miqdarı, $Q_{s,s}$ – əlavə suyun sərfi, $m^3/saat$, τ – yuyucu suyun kül qəbuledicilərində qalma müddəti, saat, G_k – yuma sistemlərinə verilən uçan kül hissəciklərinin miqdarı $t/saat$, G_n – kül qəbuledicilərinə verilən posanın miqdarı, $t/saat$, $Q_{s,z}$ – süzülmə zamanı itən suyun sərfidir, $t/saat$.

Külün tərkibində olan CaO miqdarı 2 $q-ekv/kq$ çox olarsa, onda hidravlik külatma sistemlərinin yuyucu suyu $Ca(OH)_2$ ilə doymuş olur. Belə hallarda sistemdə əhəngin çökməsi gedir. Bununla əlaqədar olaraq, hidrat qələvisinin qiymətini azaltmaq üçün durulmuş yuyucu suyun bir hissəsi üfürmə yolu ilə sistemdən, xaric edilir və əvəzində sistemə emal olunmamış su verilir.

Daş kömür külü xaric edildəndə üfürülən suyun ümumi duzluluğu orta hesabla 2000 mq/l və yanan şlislərin külünün xaric edilməsi zamanı isə 8000 mq/l ola bilər.

İstismar göstəriciləri göstərir ki, külatma qurğularının işlənmiş sularında rH-in qiyməti böyük həddə dəyişə bilər. Məsələn Ekibastuz kömür yanacaqlarında işləyən qazanların külatma qurğularında yuyucu suyun durulmasından sonra rH-in qiyməti qüvvətli turşu mühitində olur. Estoniyada yanıcı şlislərlə işləyən qazanların külatma qurğularının yuyucu suyunda isə rH-in qiyməti qüvvətli qələvi mühitdə olur.

Külatma qurğularının işlənmiş sularını su hövzələrinə atan zaman onların tərkibində çökmə sürəti 0,25-0,75 mm/san olan kobud qatışıqlar olmamalıdır. Bundan başqa, bu suların atılması zamanı su hövzəsində rH-in qiyməti 6,5-8,5 və zəhərləyici maddələrin BBKH norma qiymətindən çox olmamalıdır.

10.11. Çirkab suların təmizlənməsi və onun ekoloji əhəmiyyəti

Su emalı və kondensat təmizləyici qurğuların çirkab sularında çox miqdarda mexaniki qatışıqlar duzlar və digər zərərli maddələr olduğundan onların bilavasitə su hövzəsinə atılması qadağandır. Əks halda hövzədəki suyun PH-ı ümumi duzluğu və başqa keyfiyyət göstəriciləri kəskin dəyişir. Ona görə də suların təmizlənməsi və zərərli maddələrin kənarlaşdırılması vacib sayılır. Gün ərzində su mənbəyinə tullantı su ilə atılan turşu və qələvinin qr ekv. miqdarı aşağıdakı tənliklə təyin edilir:

$$G_{uc} = \frac{G_u(q_u - 1) \cdot 10^3}{40q_q}$$

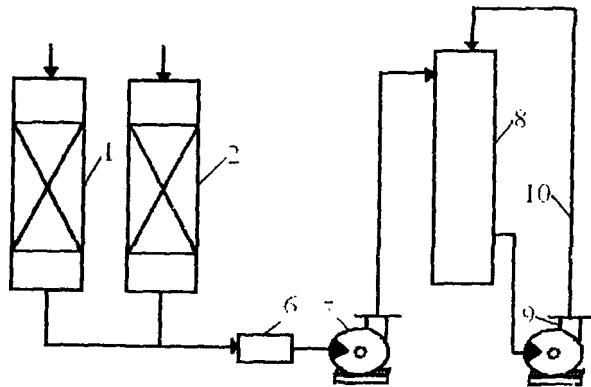
və ya

$$G_{TC} = \frac{c_T(q_T - 1) \cdot 10^3}{49q_T}$$

burada: G_{TC} , G_{uc} – turşunun və qələvinin gün ərzindəki sərfi, kq; c_T, c_u – regenerasiya zamanı turşu və qələvinin xüsusi sərfidir, Qr – ekv.

Qələvinin qiyməti (mq - ekv / kq) aşağıdakı tənliklə təyin edilir:

$$III_0 = \frac{(10 + \Delta pH - 1) \cdot pH_0}{1 + K_f \cdot pH_h \cdot \sqrt{J}}$$



Şəkil 10.4. Qarışma ilə neytrallaşdırma

burada III_0 – su hövzəsində emal olunmuş suyun qələvliliyi, mq ekv/kq; pH – atılan su ilə hövzədəki su qarışdıqdan sonra pH -in norma göstəricisi, $pH = 6,5$; pH su hövzəsində pH -in qiymətini dəyişmək üçün qələvinin buraxıla bilən qiyməti, $\Delta pH = pH_h - \Delta pH$; $pH_0 - pH$ su hövzəsində temperaturaya uyğun göstəricisi; K_q – su hövzəsinin temperaturuna uyğun qiymətində H_2CO_3 turşusunun birinci pillə dissosiasiya əmsalı; J – su hövzəsindəki suyun iod qüvvəsidir.

Turşu və qələvi məhlulunu təmizləmək üçün onu neytrallaşdırmaq lazımdır. Bunun üçün tələb olunan gündəlik reagent sərfi aşağıdakı kimi ifadə edilir:

$$G_c = G_{CT} - G_{Cq}$$

Qələvi suyu neytrallaşdırmaq üçün isə gündəlik reagent sərfi:

$$G_c = G_{Cq} - G_{CT}$$

Ümumilikdə, qələvi suyunun miqdarı aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir.

$$G_{CaO} = 28G_{CT} / 10$$

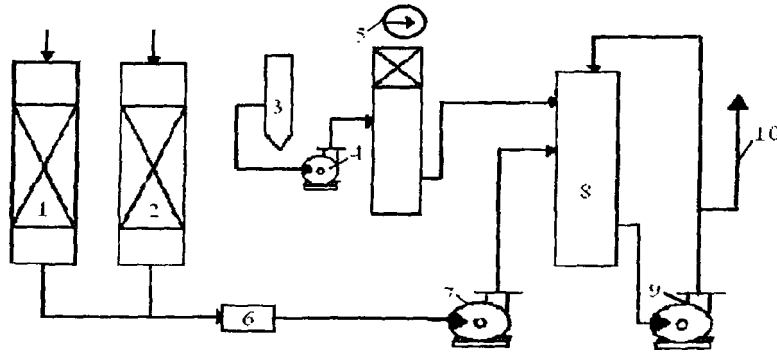
burada 28 əhəngin ekvivalent çəkisidir.

10.12. Tullantı sularının təmizlənməsi üsulları

Müəssisə tullantı sularını təmizləmək üçün müxtəlif kimyəvi-texnoloji sxemlərdən və emal üsullarından istifadə edilir. Bu üsullar və texnologiyaların xarakterinə görə bir-birindən kəskin fərqlənir.

Çirkab suların təmizlənməsi zamanı mexaniki, fiziki, kimyəvi təmizlənmə üsulları üç qrupa bölünür:

- 1) mexaniki təmizlənmə;
- 2) fiziki-kimyəvi təmizlənmə;
- 3) kimyəvi təmizlənmə;



Şəkil 10.5. Su emalı qurğularının tullantı sularının neytrallaşdırılması sxemi
 1 – kontakt süzgəci; 2 – analitik süzgəci; 3 – əhəng qarışdırıcı;
 4 – əhəng qarışdırıcı nasosu; 5 – əhəng dozlaşdırıcı nasosu;
 6 – regenerasiya. sulfatının yağla birlikdə tutumu; 1 su vurucu nasosu;
 8 – neytrallaşdırıcı çən; 9 – nasos; 10 – turbin kondensatdan sonrakı soyuducu su xətti.

Bunlardan ən geniş yayılanı fiziki-kimyəvi təmizlənmədir. Çirkab suyunu təmizləmək üçün emal suyunu seçdikdə çirkabın nə şəkildə olması aydın olmalıdır. Emal üsulu elə seçilməlidir ki, alınan qatışıqların utilizasiyası və ya zərərsizləşdirilməsi sadə yolla mümkün olsun. Təmizlənmə üsulunu aşağıdakı təmizləmə növlərinə bölünür:

- qatışıqların bilavasitə ayrılması üsulları;
- suyun və ya qarışıqların faza halının dəyişdirilməsi ilə təmizləmə yolu;
- qarışıqların çevrilməsi üsulu;
- biokimyəvi üsul

Birinci və ikinci üsulların tətbiqi zamanı sudan ayrılan qatışıqların kimyəvi xassələri dəyişmir. Bu o zaman mümkün olur ki, qatışıqlar tam həll olmuş olsun. Yaxud da müxtəlif fazada olsun. Mexaniki qatışıqlar bilavasitə sudan aşağıdakı yollarla ayrılır:

- iri hissəciklərin mexaniki üsulla ayrılması yolu ilə;

- mikrotorlardan istifadə edilməsi yolu ilə;
- çökdürmə və şəffaflaşdırma yolu ilə;
- hidrotsiklonların tətbiqi ilə;
- mexaniki süzgəclərdən süzülmə yolu ilə;
- flotasiyanın tətbiqi ilə;
- membran üsulu ilə.

Qatışıqların kimyəvi xassələrinin dəyişməsi ilə yeni çevrilmələrin aparılması və təmizlənməsi üsulları aşağıdakı yarımqruplara bölünür:

- çətin həll olunan birləşmələrin yaranması;
- az dissosasiya edən kompleks birləşmələrin parçalanma və sintez prosesləri;
- oksidləşmə-reduksiya prosesləri;
- termiki emal.

İkinci qrup üsulda ən çox koagulyasiya və sorbsiyadan geniş istifadə edilir.

10.13. Çirkələnmiş suyun flotasiya üsulu ilə təmizlənməsi

Durultma yolu ilə neft məhsullarının sudan ayrılması çox yavaş gedir. Bu da yağ məhsullarının suda üzmə sürətinin kiçik olması ilə izah edilir. Neft məhsulları ilə çirkələnmiş suların təmizlənməsini sürətləndirmək üçün flotasiya üsullarından geniş istifadə edilir. Flotasiya üsulu yağ maddələrinin suda süni yolla əmələ gələn hava qabarcıqlarının üzərinə toplanaraq suyun səthinə qalxması prinsipinə əsaslanır. Termodinamikanın ikinci qanununa görə qapalı sistemdə baş verən proseslər daxil sərbəst enerjinin dəyişməsi ilə gedir. Sərbəst enerjini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$W_1 = \sigma_{qg} - \sigma_{yg}$$

burada σ qaz və mayenin toxunma sərhədində səthi gərilmə əmsalı; σ_{yg} – yağ və mayenin toxunma sərhədlərində səthi gərilmə əmsalıdır.

Yapışma prosesində yağ hissəcikləri ilə hava qabarcıqları-

nın birləşməsi zamanı yağla suyun səthi toxunmaları azalır və bu zaman sistemin sərbəst enerjisi belə olacaqdır:

$$\Delta W = W_1 - W; \quad {}_2W = \sigma_{pg} \quad (10.9)$$

Burada σ_{yg} – su sərhədində səthi gərilmə əmsəlidir.

Onda sistemdə sərbəst enerjinin azalması belə olar:

$$\Delta W = W_1 - W_2 = \sigma_{pg} - \sigma_{yg} - \sigma_{yg} \quad (10.10)$$

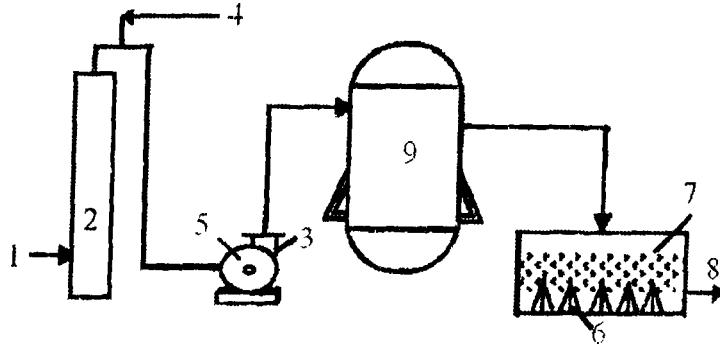
Yağ-su-hava sərhədində tarazlıq şərtindən istifadə edərək yazı bilərik:

$$\cos \beta = \frac{\sigma_{pg} + \sigma_{yg}}{\sigma_{yg}} \quad (10.11)$$

burada β – islanmanın kənar bucağıdır. Onda enerjinin sərbəst azalması aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$\Delta W = (1 - \cos \beta) \cdot \sigma_{pg} = f \cdot \sigma_{yg} \quad (10.12)$$

burada f – flotasiya əmsəlidir.



Şəkil 10.6. Basqılı flotatorun sxemi:

1 – çirkab suyun giriş xətti; 2 – qəbul edici kamera; 3 – sorma borusu; 4 – hava xətti; 5 – vurucu nasos; 6 – flotator; 7 – köpük yığılan cib; 8 – təmizlənmiş suyun çıxış xətti; 9 – absorbet aparatı.

1. Kənar bucaq $\beta = 0$ olduqda, yağ hissəcikləri pis islanan halda $\cos \beta \rightarrow 1$ və $f \rightarrow 0$ olur. Belə yağ hissəcikləri pis flotasiya olur.

2. Pis islanan yağ hissəcikləri üçün $\beta = 180$; $\cos \beta = 1$ və $f = 2$

olur.

Adətən bütün neft hissəcikləri üçün yaxşı flotasiya olunması müşahidə edilir. Flotasiya qurğuları basqılı və basqısız olur.

Basqılı flotasiya qurğularında bu proses xüsusi qurğu ilə suya verilən hava hesabına baş verir. Basqılı flotasiya qurğularında hava qabarcıqlarının yaranması, təzyiq altında hava ilə doldurulmuş, suyun flotora verilməsi yolu ilə gedir.

Flotasiya prosesində başlıca məsələlərdən biri su ilə havanın böyük ayrılma səthinin yaradılmasıdır. Bu da su ilə hava qabarcıqlarının artırılması və dispersliyin çoxaldılması ilə mümkündür.

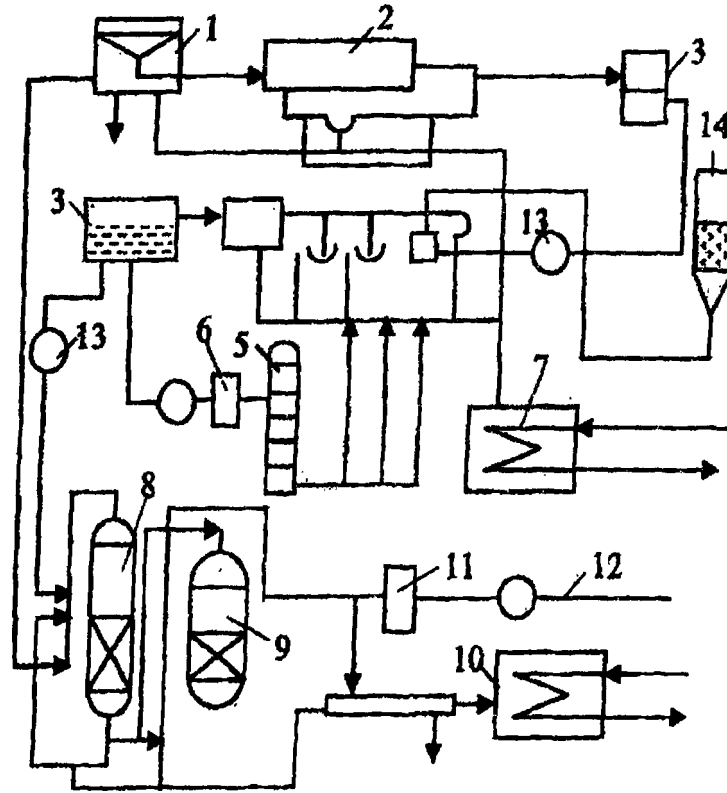
Basqısız flotator qurğularında qabarcıqların əmələ gəlməsi mexaniki və ya elektrik qüvvəsi ilə gedir, yəni burada neftlə çirklənmiş su flotatora daxil olmamışdan qabaq onun tərkibində hava qabarcıqları hazır şəkildə olur.

10.14. Tullantı sularının neft məhsullarından təmizlənməsi

Qeyd etmək lazımdır ki, hər bir təmizləmə üsulunun effektivliyi neft məhsullarını ayıran avadanlıqlarının ilk konstruksiyasından və onların dispers tərkibindən asılıdır. Məsələn, neft qurğuları, ölçüləri 80-100 mka və böyük olan neft məhsulları ilə çirklənmiş sularda daha çox səmərəli işləyir.

Kiçik ölçülü neft məhsullarını ayırmaq üçün onların ölçülərini xeyli böyütmək lazımdır. Bu da iqtisadi cəhətdən əlverişli deyildir. Ona görə də növbəti təmizləmə prosesi flotatorda aparılırsa daha yaxşı nəticə almaq mümkündür. Daha kiçik neft məhsullarını tutmaq üçün isə süzgəclərdən istifadə edilir. Bu qurğuların ardıcıl tətbiqi ilə tam təmizləmədə ümumi sxemi yaranır. Ancaq İES - da şəraitdən asılı olaraq təmizləyici qurğunun tərkibi tam olmaya bilər. Neft sularının təmizlənməsi sahəsində geniş tətbiq edilən sxemlərdən biri aşağıda göstərilmişdir.

Çənlərdə əvvəlcə iri neft məhsullarının ayrılması gedir. Neft mədənlərindən ayrılmış çirkab su neft qurğusuna və oradan da aralıq çəninə daxil olur. Aralıq çəmindən götürülən neftli su nasos vasitəsi ilə flotatora verilir. Sxemdə ehtiyat üçün koaqlasiya təsərrüfatında nəzərdə tutulmuşdur.



Şəkil 10.7. Neft məhsulları ilə çirklənmiş suların təmizlənməsi qurğusunun texnoloji sxemi:

- 1 – qəbul edici çən; 2 – neft tutucu; 3 – aralıq çən; 4 – flotator;
5 – basqılı tutum; 6 – ediektor; 7 – mazut qəbuledici;
8 – mexaniki süzgəc; 9 – kömür süzgəci; 10 – yuyucu su çəni;
11 – resiver; 12 – kompressor; 13 – nasos; 14 – koaqlulyator məhlulu

Süzücü materialı neft məhsullarında yumaq üçün temperaturu 60-70°C olan isti sudan istifadə edilir. İlk növbədə neftin tərkibində tullantı su, yeraltı su olub, quyulardan neft çıxardarkən neftlə bərabər yer səthinə çıxarılır. Məlumdur ki, neftin tərkibində su ilə bərabər, qum və gil hissəcikləri də mövcuddur. Burada eyni zamanda turşu və qələvi hissəcikləri də su ilə birlikdə yer səthinə çıxarılır.

Bunların əsas hissəsi su ilə qarışmış olduğundan tullantı suların neftin tərkibindən təmizlənməsi öndə duran məsələlərdən biridir. Əks halda neftin emalı və onun nəqli çətinləşir.

10.15. Buxar qazlarının yuyulması zamanı yaranan çirkab suların təmizlənməsi

Konvektiv qazma səthlərinin yuyulması zamanı yaranan çirkab suların zərərsizləşdirilməsi ilə bərabər onların tərkibində olan vanadium, nikel kimi qiymətli materialların ayrılması həll edilməlidir. Çirkab sular həmişə turşulu olur ($pH = 1,3 - 3$) və çoxlu miqdarda dəmir oksidi, külün həll olmayan hissəcikləri və kobud qatışıqları ilə çirklənmiş olur. Digər tərəfdən həll olunmuş şəkildə H_2SO_4 , ağır metal birləşmələri, nikel, vanadium, mis və s. də var. Belə yuyucu suların təmizlənməsi üsullarından biri qələvi məhlullarla neytrallaşmasıdır. Qələvi ilə neytrallaşdırma aparan zaman zəhərləyici maddələrin əsas hissəsi hidrokسيد və ya karbon birləşməsi şəkilində çökür.

Hidrokسيد qrupların çökməsi üçün pH - m qiyməti əsas şərtlərdən biri sayılır. Çirkab suların neytrallaşdırılması zamanı hidrokسيد metalların yaranması və onların həll olma hasilə aşağıdakı qiymətlərdə verilir:

$$IP_{N(OH)_3} = 1 \cdot 10^{-32}$$

$$IP_{Fe(OH)_3} = 1 \cdot 10^{-32}$$

$$IP_{Cu(OH)_2} = 2,2 \cdot 10^{-20}$$

$$IP_{Cu(OH)_2} = 5,5 \cdot 10^{-6}$$

$$IP_{V_2O_5(OH)_3} = 7,4 \cdot 10^{-23}$$

$$IP_{N(OH)_2} = 2 \cdot 10^{-32}$$

Tərkibində 1 mol, dəmir ionu olan suda $\text{Fe}(\text{OH})_3$ çökməsi $\text{pH}=1,5$ qiymətində başa çatır. Uyğun olaraq $\text{Ni}(\text{OH})_2$ üçün $\text{pH}=6,7$ və $\text{pH} = 9,5$ olur. Neytrallaşma prosesi əhəng və ya natrium qələvisi ilə aparılır. Əhəngi əlavə edən zaman zəif qələvi məhlulu əmələ gəlir. Məhlulun tərkibi qum qalıq ilə aşağıdakı qatışıqlardan ibarətdir.

$\text{CaSO}_4 - 24,6\%$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 - 67,2\%$;

$\text{NiO} + \text{CuO} - 1,1\%$; $\text{V}_2\text{O}_5 - 5,1\%$; və s.

Bir pilləli neytrallaşdırma üsuluna nisbətən ikipilləli neytrallaşdırma üsulunda alınan şlamın tərkibində vanadium miqdarı çox olur.

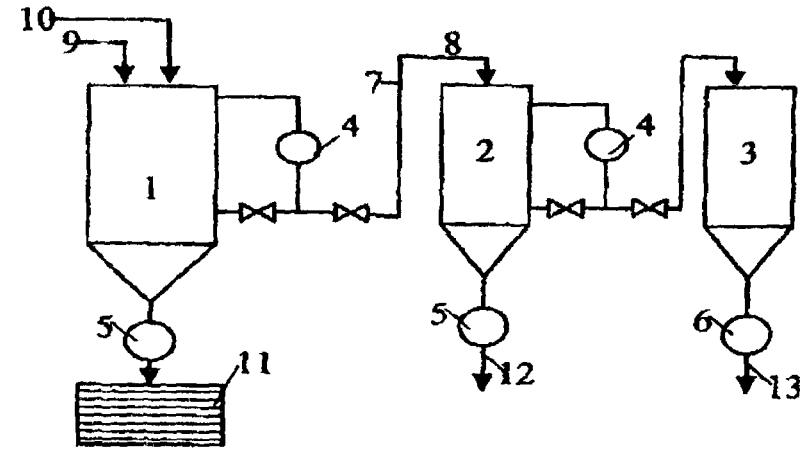
İkipilləli emal prosesində $\text{pH} = 4,5$ qiymətində nikelin çökməsi gedə bilmir. İkinci pillədə emal prosesini əhəng məhlulu ilə apardıqda $\text{pH}=0$ qiymətində nikelin əsas hissəsini çökdürmək olar.

10.16. Avadanlıqların kimyəvi yuyulması zamanı yaranan çirkab suların təmizlənməsi

Avadanlıqların kimyəvi yuyulması zamanı əmələ gələn çirkab suların tərkibi çirkabların öz tərkibinə görə müəyyən edilir. Belə çirkab suların zərərsizləşdirilməsində əsas məsələ kimyəvi yuma zamanı reagentlə metal arasında əmələ gələn kompleks birləşmələrin parçalanmasını, metalların çökdürülməsi və üzvü birləşmələrə parçalanmasını təşkil etməkdən ibarətdir.

Hazırda yuma sularının təmizlənməsi İES-də yandırılan yanacaq görə yanacaq külünün xaric edilməsi sxemi ilə əlaqələndirilir. Belə suların təmizlənməsi üçün iki variantdan istifadə edilir

1. düz hidravliki külatma qurğuları olan maye, qaz və bərk yanacaq ilə işləyən İES də təmizlənmənin aparılması;



Şəkil 10.8

1 – birinci pillə emal üçün çən; 2 – ikinci pillə emal üçün çən; 3 – durulmuş su çəni; 4 – vurucu nasos; 5 – şlam nasosu; 6 – durulmuş su nasosu; 7 – şneçki nəqli edici; 8 – yuyucu su; 10 – NaOH və NH_3 verilmə xətti; 11 – əhəng suspenziyasının verilmə tarixi; 12 – şlamı qəbul ediciyə verən xətti; 13 – suyun tullanması və dövr edici xətti.

2. dövrü (qapalı) hidravliki külatma qurğuları olan bərk yanacaq ilə işləyən İES-də təmizlənmənin aparılması

Birinci mərhələdə təmizlənmənin aşağıda göstərilən üç variantda aparılması nəzərdə tutulur:

1. $\text{pH} = 6$ olan işlənmiş məhsulların və çox çirkənlənmiş suların tutuma yığılması;

2. neytrallaşdırıcı çəndə ikinci qrup zəhərləyici maddələrin məhluldan xaric edilməsi üçün tutum;

3. üçüncü qrup maddələrin məhluldan xaric edilməsi prosesini sürətləndirmək üçün nasosdan və ya sıxılmış havadan istifadə etmək, soma neytrallaşdırıcı çənə yığmaq.

Təmizləyici qurğunun prinsipial sxemi aşağıda verilmişdir: Çəndəki şlamın çökdürülməsi 7 - 8 saat davam edir. İki pilləli

zərərsizləşdirici və neytrallaşdırıcı qurğunun sxeminə nəzər salaq.

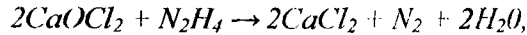
Yuma sularının bir hissəsinin neytrallaşmasından sonra hidravliki kül atma qurğusuna verilmə miqdarı aşağıdakı nisbətə olmalıdır:

$$q \leq \frac{Q_k \cdot \pi}{c_g} \quad (10.13)$$

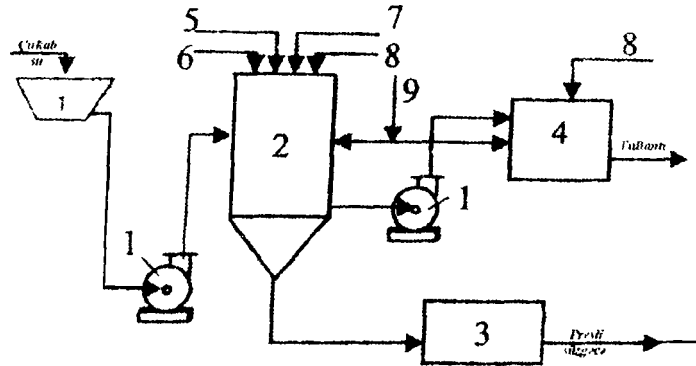
burada Q_k - çirkab suyun töküldüyü yerdə qura külün sərfi, l/saat; π - külün dəmir birləşmələrinin udulmasını nəzərə alan əmsal; c_g - tutumda dəmir birləşmələrinin qatılığı, %.

Dövrü hidravlik külətmə qurğulu olmayan İES - də çirkab məhlullarının emalı müxtəlif oksidləşdiricilərlə, hava (oksigen) xlorlu əhəng və s. ilə aparılır.

Hidroksidi parçalamaq üçün xlorlu əhəngdən istifadə edilir:

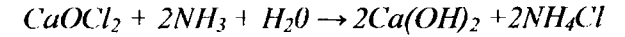


Burada eyni zamanda ammoniyakın da parçalanması baş verir:

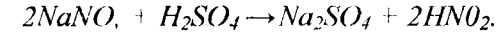
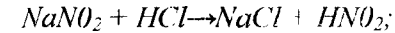


Şəkil 10.9. Atılan yuma sularının təmizlənməsi sxemi:

1 – çən; 2 – neytrallaşdırıcı çən; 3 – şlam çökdürücü; 4 – pH-l koagulasiya etmək üçün çən; 5 – əhəng suspenziyasının verilmə xətti; 6 – xlorlu əhəngin verilmə xətti; 7 - Na_2SO_4 məhlulunun verilmə xətti; 8 – turşunun verilmə xətti; 9 – havanın verilmə xətti;



Məhlulda turşuluq artdıqca onun tərkibində olan nitriti xaric etmək olar.



10.17. Hidravliki külətmə sistemlərinin çirkab sularının zərərsizləşdirilməsi

Hidravliki kül atma qurğularında yuma suyunun sərfi çox olur və onun tərkibindəki qatışıqların qatılığı yüksək olur. Buna görə də yuma sularının hamısını təmizləmək çox çətin və mürəkkəbdir. Belə sulama. ancaq zərərsizləşdirməsi və sonra su hövzələrinə atılması daha düzgün sayılır. Onların qatılığı buraxıla bilən qatılıqdan artıq olmur. Bu məqsəd üçün işlədilən əsas metodlardan birində sorbsiya və çökdürmə üsuludur. Hazırda bu sahədə daha çox iş görülür. Çökdürmə prosesini aparmaq üçün əhəng məhlulundan istifadə edilir. Çirkab suya əhəng əlavə etdikdə zəhərləyici maddələr az həll olunan kalsium ilə kompleks birləşmələri əmələ gətirir. Bəzi zəhərləyici maddələrin kompleks birləşməsi nisbətən çox həll olma qabiliyyətinə malikdir. Məsələn, az həll olma qabiliyyətinə malik olan arsen birləşməsi, yeni $3Ca(AsSO_4)_2 \times Ca(OH)_2$ 4m/kq qədər həll ola bilər. Beləliklə, $Ca(OH)_2$ və $FeSO_4$ reagentlərinin birgə verilməsi ilə suyun tərkibində olan arsenin qatılığın pH = 9-10 qədər azaltmaq olar. Bu üsulun çətinliyi odur ki, çökdürülən qatışıqların saxlanması üçün xüsusi qoruyucu anbarlar tələb olunur. Əks halda arsenin yenidən təbiət sularına keçməsi baş verə bilər. Arsen və fosfor eyni valentli olduğu üçün onlar özlərinin eyni turşusunun qatılığı kimi aparır və bir-birini əvəz edə bilirlər (K.M.Abdullayev, S.Ə.Şahmarov, Y.H.Yaqubov 1992).

10.18. İES-in çirkab sularının mexaniki qatışıqlardan təmizlənməsi

Durulducularda hissəciklər öz ağırlıq qüvvələrinin təsiri ilə çökür. Burada hissəciklərin çökməsi 9,81 m/saat sərbəst düşmə təsiri ilə gedir. Əgər tərkibində mexaniki hissəciklər atılan suya fırlanma hərəkəti versə, onda mexaniki qatışıqların mərkəzdən-qaçma qüvvəsinin təsirindən yan tərəfə hərəkət etdiyini görürük. Hissəciyin aldığı hərəkət təcili (m/san^2) aşağıdakı kimi ifadə edilir:

$$\alpha = \frac{v^2}{R} \quad (10.14)$$

burada v - dairə üzrə mayenin xətti, m/san , R - asılı hissəciklərin fırlanma radiusudur, m . v -nin böyük və R -in kiçik qiymətlərində hissəciklərə təsir edən mərkəzdən qaçma qüvvəsi onların ağırlıq qüvvəsindən çox-çox böyük olur. Hidrotsiklonlar çirkab suların təmizlənməsi sahəsində böyük əhəmiyyətə malikdir.

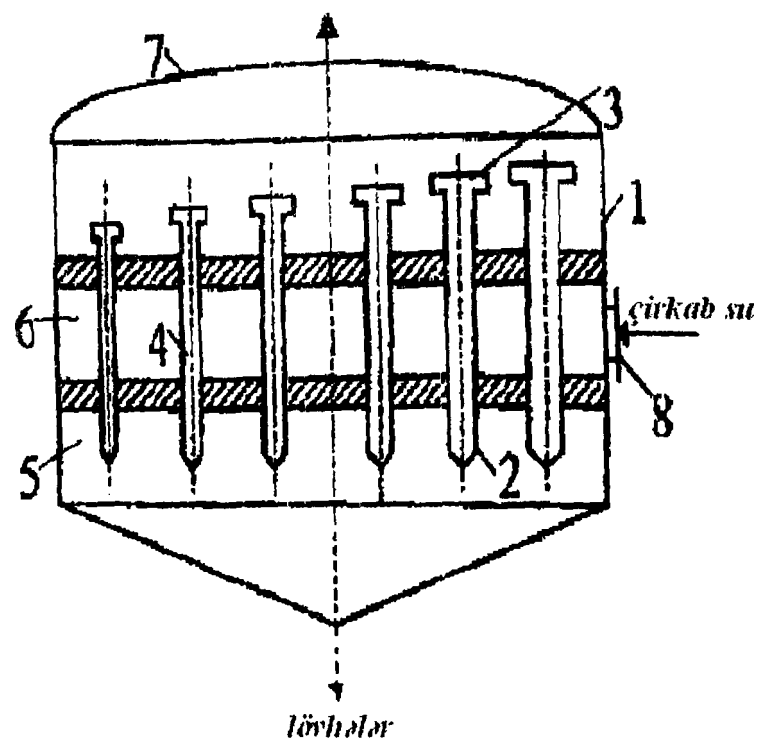
Hidrotsiklonlarda suyun durulması suya və hissəciklərə təsir edən mərkəzdənqaçma qüvvələrinin fərqi nəticəsində alınır. Bu qiymət aşağıdakı kimi hesablanır:

$$P = \frac{\pi d^3}{6} (\rho_h - \rho_c) \frac{v^2}{R} g^n \quad (10.15)$$

burada d - hissəciklərin diametri, sm; ρ_h, ρ_c - hissəciklərin və suyun sıxlığıdır, q/m³; v - suyun hidrotsiklonla daxil olma sürəti, m/san; R - hidrotsiklonun mərkəzindən suyun tangensial borucuğunun mərkəzi oxuna qədər olan məsafədir, m. Hidrotsiklonik durulmuş suya görə məhsuldarlıq (m³/saat) aşağıdakı düsturla hesablanır.

$$Q = 3600 \alpha \cdot \mu_h \cdot \omega \cdot \sqrt{2g \cdot D}$$

burada α - çöküntülər ilə gedən su hissəsi ($\alpha - 0,89$; $-0,9$ götürülür); μ_h - hidrotsiklonun sərf əmsalı; ω - hidrotsiklonun qidalandıran borucuğun en kəşik sahəsi.



Şəkil 10.10. Hidrotsiklonun konstruktiv sxemi:

1 - metal rezervuar; 2,3 - ayrılcı lövhələr; 4 - hidrosiklon; 5 - aşağı kamera; 6 - orta kamera; 7 - yuxarı kamera; 4,8 - çirkab suyun giriş xətti.

FƏSİL XI

AES-LƏRİN TULLANTI SULARI, ONLARIN TƏMİZLƏNMƏSİ VƏ YENİDƏN TEXNOLOJİ PROSESLƏRDƏ İSTİFADƏSİ

11.1. Radioaktiv çirklənmiş tullantı sularından su hövzələrinin mühafizəsi

Şirin su təbiətin ən qiymətli nemətlərindən biridir. Bu su ehtiyatının cəmi 2,7 %-ni təşkil edir. Su hövzəsinin çirklənməsi həm axar çaylarının hidrobioloji rejimlərinin və həm də insan orqanizmi ilə qarışıqlı əlaqə rejimlərini də pozur. Su hövzələrinin mühafizəsi və onlardan səmərəli istifadə edilməsi çirkab axar sularının maksimum azaldılması ilə mümkündür. Bu da qapalı dövrü texnoloji sistemlərin qurulması yolu ilə həll edilə bilər. AES-də texnoloji proseslərin xarakterik cəhəti ondadır ki, nüvə yanacaq xammalının çıxarılmasından, radioaktiv izotopların alınması və müxtəlif sahələrdə istifadə olunması mərhələsinə qədər, bir qayda olaraq böyük həcmdə texniki sudan istifadə edilir.

Buna görə də zəhərli və insan orqanizmi üçün çox qorxulu olan maddələr və radioaktiv çirklənmələr yeni maddəyə çevrilmə ehtimalını da daşıyaraq canlı aləm üçün böyük təhlükə törədir. Bu maddələrin insan orqanizminə düşməsi qida və ya su vasitəsi ilə baş verir. Onlar su hövzələrində əvvəlcə faunalarda toplanır, ona görə də faunalarda toplanan radioaktiv maddələrin qatılığı suyun radioaktivliyindən çox olur. Hövzələrin dibində və lil qatlarında radioaktiv maddələr yığılıb qalır. Su daşmaları baş verən zaman ikinci radioaktiv mənbələrin yaranmasına səbəb olur. Zəhərli maddələr isə axar su ilə istənilən sahəni zəhərləyə bilər.

Bunun qorxulu cəhəti odur ki, xarici görünüşcə gözə görünmüş və görünən dərəcədə izlər buraxmırlar. İnsan orqaniz-

minə düşdükdə hiss olunur. Buna görə də su təchizatı və kanalizasiya sisteminin olması suyu radioaktivlikdən təmizləmək üçün müxtəlif təmizləyici qurğulardan istifadə edilməsi tələb olunur. Radioaktiv çirklənmiş su ları təmizləmək üçün texnoloji sxemlər ilk dəfə keçmiş Sovetlər ittifaqında 1958-ci ildə yaranmışdır.

Müasir radioaktiv çirkab sularının təmizlənməsinin səviyyəsi su təmizləyici stansiyalarda, fiziki, kimyəvi və təmizləmə üsullarının kompleks tətbiqindən ibarətdir. Yüksək aktiv tullantılar əbədi olaraq anbarlarda basdırılmağa göndərilir. Zəif radioaktiv tullantılar isə xüsusi təmizləyici stansiyalara verilir (zəhərli radioaktivlik $5 \cdot 10^{-6} - 10^{-9}$ kV olur) xüsusi təmizləyici stansiyalara verilir.

11.2. AES-lərdə radionuklidlərlə çirklənmiş suların təmizlənməsi

Məlum olduğu kimi, AES-lərin texnogen mənşəli tullantı-
larla çirklənmiş suları öz toksiki təsirlərinə görə digər müəssisələrin tullantı sularından fərqlənir. Bu fərq əsasən ondan ibarətdir ki, belə suların çirklənmə tərkibi radioaktiv qarışıqlarla çox zəngin olur. Ona görə də AES-lərdə texnoloji proseslər zamanı əmələ gələn tullantı sular su hövzələrinə atılmamışdan əvvəl imkan daxilində xüsusi qurğularda ciddi nəzarət altında təmizlənməli və təhlükəli radionuklidlərdən ayrılmalıdır.

11.1 sayılı cədvəldə radioaktiv izotoplar üçün su hövzələrində BBKH norması verilmişdir.

Aparılan araşdırmalardan məlum olduğu kimi, sularda yaşayan müxtəlif növ canlılar bütünlükdə ətraf mühit və onun komponentləri üçün çox təhlükəli olan radionuklidləri sorbsiya və bioloji ekstraksiya yolu ilə özlərinə qəbul edirlər. Bunun nəticəsində də suda yaşayan canlı orqanizmlərdə radionuklidlərin konsentrasiyası sudakından çox olur (cədvəl 11.2).

Cədvəl 11.1.

Bəzi nuklidlərin açıq su hövzələrində BBKH-ləri

Nuklidlər	Böhran orqanları	BBKH kp/kq
P^{32}	Qan	$5 \cdot 10^{-9}$
Fe^{56}	Qan	$1 \cdot 10^{-8}$
Cu^{89}	Ciyər	$6 \cdot 10^{-8}$
Sr^{89}	Sümük toxumaları	$3 \cdot 10^{-9}$
Sr^{89}	Sümük toxumaları	$3 \cdot 10^{-11}$
J^{131}	Boğazaltı vəzlər	$6 \cdot 10^{-10}$
Cu^{137}	Əzələ toxumaları	$1 \cdot 10^{-8}$
Cl^{144}	Mədə bağırsaq yolları	$3 \cdot 10^{-9}$

Cədvəl 11.2

Bəzi nuklidlərin suda yaşayan canlı orqanizmlərdə toplanma əmsalları

Nuklidlər	Fitoplanktonlar	Həşə atların yumurtacıqları	Balıqlar
Na^{34}	$5 \cdot 10^2$	10^5	10
P^{32}	$2 \cdot 10^5$	10	10^5
Sr^{90}	$0,75 \cdot 10^5$	10	$0,25 \cdot 10^5$
Fe^{59}	$2 \cdot 10^5$	10	10^4
Cu^{64}	$2 \cdot 10^5$	$0,5 \cdot 10^3$	$0,05 \cdot 10^3$

Radioaktiv maddələrin insan orqanizminə keçməsi və onların sağlamlıq üçün təhlükəsinin öyrənilməsi ilə bağlı aparılan elmi araşdırmaların nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, bu proses iki yolla, yəni qida və su vasitəsi ilə baş verir. Pis

həll olan nuklidlər mədə yollarına düşdükdə qana və sümük toxumalarına keçə bilmir və onlar asanlıqla orqanizmdən xaric olunur. Yaxşı həll ola bilən nuklidlər isə qana keçərək orada və insanların bəzi başqa əsas orqanlarında toplanır.

AES-in istismarı, avadanlıqlarının təmiri və aktivləşdirilməsi zamanı aktivliyi zəif olan (10^{-1} kü/kq) müxtəlif tullantı suları yaranır. Bunlar aşağıdakı mənbələrdə yaranan radioaktiv sulardan ibarətdir:

1. İ kontron üfürmə suları.
2. İstilik ayrıcı elementlərin yüklənməsi və saxlanması aparılan hovuzlardakı sular.
3. Mühafizə və idarəetmə sistemlərinin kontrundakı sular.
4. Reaktor qurğusu olan otaqların döşəməsinin dezaktivizasiyası zamanı yaranan yuma suları.
5. Avadanlıqların, boru kəmərlərinin, armaturların və başqa məmulatların dezaktivizasiyası ilə yaranan yuma suları
6. Xüsusi paltaryuma sexlərindən və sanitariya məntəqələrindən axıdılan sular.
7. Radiokimyəvi laboratoriyalardan atılan sular.

AES-lərdə əmələgəlmə mənbəyi göstərilən bu suların hamısı radionuklidlərdən təmizlənmək üçün xüsusi su təmizləyici qurğulara göndərilir. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, AES-lərin xüsusi su təmizləyici (SVO) qurğularına qoyulan son dərəcə ciddi tələblər və onların istismar edilməsi şəraiti AES-lərin analoji qurğularından tamamilə fərqlənir. Bu bir tərəfdən SVO qurğularının avadanlıqlarında bioloji mühafizə qurğularının olması və həmin avadanlıqların təmiri zamanı dezaktivizasiya edilməsi, digər tərəfdən isə SVO qurğularında suyun yüksək və effektiv təmizlənməsi aparıldıqda onlarda radioaktiv axıntı sularının minimuma endirilməsi üçün ciddi tələbatın qoyulması ilə əlaqədardır. Bu qurğular müəyyən texnoloji sxemlərə bağlı olmaqla bərabər müəyyən məqsəddə xidmət edir. Onu da qeyd edək ki, AES-lərdə bir neçə növ SVO qurğularından istifadə olunur.

11.3. Radioaktiv tullantıların təmizlənməsi və təmizləyici sxemlərinin təkmilləşdirilməsi

AES-lərdə radionuklidlərlə çirklənmiş zəif radioaktiv suların təmizlənməsi, onların həcmələrinin azaldılması və radionuklidlərin konsentrasiyasının artırılması prinsipi ilə aparılır.

Təmizlənmə zamanı ayrılan suyun əsas hissəsi fiziki və kimyəvi göstəricilərinə görə yararlı olduqları üçün texnoloji proseslərdə təkrar istifadə olunur və ya su hövzələrinə atılır.

Aparılan araşdırmalar və təcrübələr göstərir ki, AES-lərdə texnoloji proseslər zamanı əmələ gələn radioaktiv suların təmizlənməsi sərbəst və ciddi bir məsələ kimi həll edilməlidir. əgər AES-in istismarı zamanı bir neçə müxtəlif radioaktiv axıntı suları yaranırsa, onların təmizlənməsini sadələşdirmək və düzgən təşkil etmək üçün mütləq qruplaşdırılma aparılmalıdır. Bu zaman suların qruplaşdırılması və müvafiq təmizləyici sxemin seçilməsi radioaktivlik dərəcəsinə və radionuklidlərin tipinə görə aparılır.

Təmizlənmənin aparılması üçün kimyəvi üsuldən başqa təsərrüfat içməli və məişət kanalizasiya sularının təmizlənməsi sahəsində tətbiq olunan bütün üsullardan da istifadə edilir. Bunlarla yanaşı fiziki, bioloji və termiki üsullardan da istifadə edilir. bəzən bir radionuklid üçün səmərəli olan üsul və ya təmizləyici qurğu başqa radionuklidlər üçün səmərəsiz olur. Ona görə də, radioaktiv suların təmizlənməsi kompleks üsullarla aparılarsa daha səmərəli olar.

AES-lərdə əmələ gələn tullantı sularının təmizləmə üsulunun effektivliyinin kriteriyası çirkab suyun radioaktivliyini BBKH-dan aşağı salınması və istismar zamanı təhlükəsizliyin təmin edilməsi ilə xarakterizə edilir.

Göstərmək lazımdır ki, adətən tullantı suların effektiv təmizlənməsi onların tərkibində olan asılı hissəciklərin və həll olan maddələrin praktiki şəkildə tam çökdürülməsi ilə müəyyən edilir. Şübhəsiz ki, burada əsas üstünlüyü radioaktiv çirkab

sularının tərkiblərinə görə bərabərləşdirilməsi və onların sabit miqdarda verilməsi təşkil edir.

İstehsal prosesləri zamanı AES-lərdə əmələ gələn radioaktiv tullantı suların pH-ı və radionuklidlərlə çirklənmə dərəcəsi gün ərzində böyük həddə dəyişərək təərəddüd edə bilər. Ona görə də, ilk emal prosesinin qələvi və soda ilə aparılmasında başlıca məqsəd pH-ın qiymətini artırmaq və alüminium ilə dəmir-hidroksidləri çökdürməkdən ibarətdir. Onu da qeyd edək ki, bu hidroksidlər başqa qarışıqları da adsorbsiya edərək özləri ilə çökdürür.

Göstərmək lazımdır ki, mexaniki qatışıqlardan təmizlənməmiş radioaktiv suların növbəti emalı koagulyasiya prosesindən ibarətdir. Koagulyasiya prosesi nisbətən sadə və ucuz materiallardan düzəldilmiş xüsusi qurğularda həyata keçirilir. Radioaktiv elementlərin koagulyasiya prosesində tutulması koagulyantlarla su arasında gedən reaksiya nəticəsində yaranan hidroksid qrupları ilə baş verir.

Təcrübələr göstərir ki, radioaktiv maddələrin hidroksidlər tərəfindən adsorbsiya edilməsi heç də eyni deyildir.

AES-lərdə əmələ gələn radioaktiv suların emalı zamanı təmizlənmənin effektivliyini artırmaq və radioaktiv çirklənmiş axıntı sularının miqdarını azaltmaq üçün elektrodializ üsulundan, qeyri üzvi sorbentlərdən, radioaktiv regenerasiya məhlullarının üzvi maddələr ilə birlikdə yandırılması, üsulundan, kömür sorbentləri ilə radioaktiv məhlulların təmizlənməsi üsulundan və s.-dən istifadə edilməsi daha münasib sayılır. Bu üsulların hər biri sərbəst texnoloji proses kimi də tətbiq edilə bilər.

Aparılan araşdırmalardan məlum olur ki, radioaktiv çirklənmiş suların ion mübadilə üsulundan qabaq elektrodializ üsulu ilə ilk emalının aparılması məsələsi həm keçmiş ittifaqda və həm də xarici ölkələrdə geniş tədqiq olunur. Burada radioaktiv tullantı sularının elektroanaliz qurğusuna dezaktivizasiyası müsbət yüklü kationların suya batırılmış katoda və anionların anodda toplanması prinsipi əsasında aparılır.

Radioaktiv suların təmizlənməsi üçün tədqiq edilən elektroanaliz aparatı xüsusi ion keçirici membranlar vasitəsi ilə üç kameraya ayrılmış qurğudan ibarətdir. Birinci kamera katod, ikinci-işçi və üçüncü kameralarda elektrodlar, orta kamerada isə radioaktiv çirklənmiş məhlul yerləşdirilir. Elektrodlara gərginlik verdikdə membran vasitəsi ilə kationların birinci kameraya və anionların üçüncü kameraya keçməsi baş verir. Nəticədə işçi kamerada məhlulun təmizlənməsi aparılmış olur.

Məhlulun bu yolla duzsuzlaşdırılmasına tələb olunan elektrik enerjisinin sərfi Fradey qanununa görə aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$(Jt)_{\text{nəz}} = 26,8(C_g - C_r)$$

Burada J – cərəyan şiddəti, A; t – zaman, saat; C_g , C_r – məhlulun elektrodializə girəndə və çıxanda ümumi duzluluğudur, mol/l.

Ümumi duzluluğu 3-5 q/l olan məhlulların təmizlənməsinə sərf olunan enerjinin qiyməti 4-14 Kvt. Saat olur. Burada elektrik enerjisinin sərfi, əsasən, elektroanaliz aparatının konstruksiyasından və membranların keyfiyyətindən asılıdır.

Atılan məhlulların elektrodializ aparatlarında duzsuzlaşdırılması zamanı aşağıdakı nəticələr alınmışdır:

Məhlulun ümumi duzluluğu 2-3,8 dəfə və ümumi çoxluq isə 2,5-3,5-dən 0,6-1,5 mol/l, Sr^{90} və Cs^{137} radioanuklidlərinin konsentrasiyası isə 1,5-2 dəfə azaldılmışdır.

Burada 1 m³ məhlulun təmizlənməsinə sərf olunan enerjinin qiyməti 0,5-0,9 kVt-saat təşkil edir.

AES-in az radioaktiv çirklənmiş suların təmizlənməsi üzvi sintetik ionit süzgəclərində aparılır. Son zamanlar az radioaktiv sular təmizləmək üçün qeyri üzvi selektiv sorbentlərdən də istifadə edilir.

Sorbentlərin müvəffəqiyyətlə tətbiq edilməsi üçün onların keyfiyyətinə aşağıdakı tələblər qoyulur.

1. Sorbentlərin radionuklidlərə görə selektivliyi böyük olmalıdır. Eyni zamanda, radioaktiv elementlərin udulması

prosesinə başqa elementlərin təsiri az olmalıdır.

2. Sorbentlər yaxşı sorbsiya xassəsinə malik olmalıdır və radionuklidlərin qatılaşdırma dərəcəsinin artmasını təmin etməlidir.

3. Sorbentlər uzun və sadə yolla hazırlanmalıdır.

Rusiya ES-nın fiziki-kimya institutunda yüksək keyfiyyətli sorbentlər hazırlanmış və sınaqdan keçirilmişdir. Belə sorbentlərə nümunə olaraq sulfid və dəmir ferrosiad sorbentlərini nümunə göstərmək olar.

AES-in təmizləyici stansiyalarına daxil olan radioaktiv çirklənmiş sularının əksəriyyəti üzvi qatışıqlarla və yuyucu maddələrlə (toz şəkilli məhsullarla) çirklənir. Bunlar da, dezaktivasiya və yuyucu maddələrin əsas tərkibini təşkil edir. Yuyucu maddələr sırasına anion tipli fəallaşmış yuyucular, OP-7, OP-10* natrium heksametofosfat sabun və s. daxildir.

Çirkab sularda üzvi qatışıqların olması həm koagulyasiya-siya prosesini pisləşdirir, həm də ion mübadilə prosesinə mənfi təsir edir. Lakin ən böyük çətinlik çirkab məhlullarının qaynama yolu ilə buxarlanması zamanı əmələ gəlir. Qatı çirkabların ətrafa sıçraması və ya kondensat hissəyə keçməsi və s. halları baş verir. Bu da məhlulun buxarlanma prosesini kəskin pisləşdirir. Bu mənfi cəhətləri aradan qaldırmaq üçün məhlulda olan üzvi məhlulda olan üzvi qatışıqların nəm yandırılması üsulundan istifadə edilir. Nəm yandırma üsulu məhlulun 200-300 °C qızdırılması və üzvi qatışıqların aradan götürülməsi ilə aparılır. Bu zaman məhlulun oksidləşdirici təsiri sıfıra, üzvi qatışıqlara tələb olunan oksigenin miqdarı isə 10 mindən 40 mq O₂/l-ə qədər azaldılır. Yalnız nəm yandırma prosesindən sonra çirkab məhlulun buxarlanma dərəcəliyini 15-20 dəfə artırmaq olur. Bundan başqa, işlənmiş məhlullara üzvi qatışıqlar olmayanda alınan kondensatın keyfiyyəti üzvi qatışıqlarla çirklənmiş məhlulların kondensatına nisbətən 100 dəfə təmiz olur.

İşlənmiş məhlullardan üzvi qatışıqları kənar etmək üçün kömür sorbentlərindən də istifadə edilir. Kömür sorbentlərə

nümunə olaraq OU-A və KAD yodlu sorbentləri göstərmək olar. Kömür sorbentlərin regenerasiyası 88 %-li izopropil spirti ilə aparılır. Lakin iqtisadi göstəriciləri nəzərə almaqla çox zaman işlənmiş aktiv kömürü regenerasiya etmədən yandıraraq, onları basdırırlar.

11. 4. AES-lərdə tullantı suların azaldılması və onlardan texnoloji proseslərdə yenidən istifadə

Müəssisədə tullantı suların yaranması istehsal zamanı texnoloji proseslərin qeyri mütəşəkkil aparılması və əsas texnologiyaların təkmilləşdirilməsi nəticəsində olur. Xammalın və alınan məhsulların bir hissəsinin texnoloji prosesin gedişi zamanı texniki suya düşməsi ilə də çirkabların baş verməsinə səbəb olur. Su hövzələrinə atılan qarışıqların miqdarını azaltmaq üçün texnoloji proseslərdə əmələ gələn və ətraf mühitə düşən qarışıqların azaldılmasını təşkil etmək lazımdır.

Əsasən texnoloji proseslərdə yaranan qarışıqların miqdarını azaltmaq lazımdır. Çirkab suların miqdarını azaltmaq üçün müxtəlif texnologiyalardan istifadə edərək onu təkmilləşdirmək lazımdır. Əgər bu mümkün deyilsə, onda tullantı sularını azaltmaq üçün texnoloji proseslərin təkmilləşdirilməsi aparılmalıdır.

Çirkab suların azaldılması üçün əsas məsələ reagent sərfinin azaldılması, mümkün qədər reagentsiz üsullardan istifadə etməklə emal prosesinin aparılmasından ibarətdir.

AES-lərdə texnoloji proseslər nəticəsində əmələ gələn çirkab suların azaldılması aşağıdakı üsulların tətbiqi ilə mümkündür:

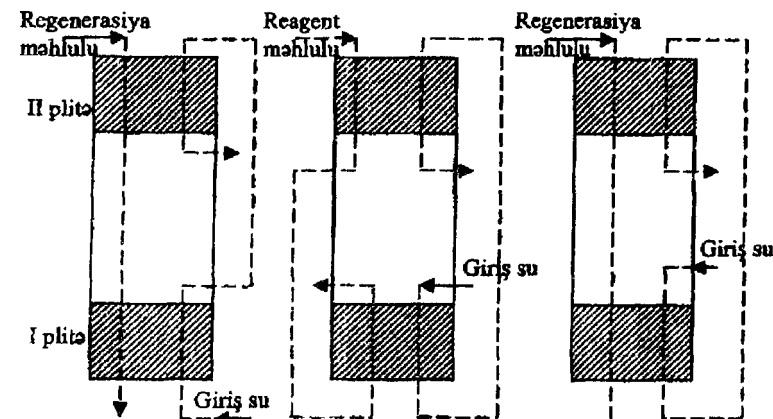
- fasiləsiz ionlaşma üsulu;
- pilləli əks axınlı ionlaşma üsulu;
- ionit süzgəclərinin termiki regenerasiya üsulu;
- tullantısız və az tullantılı kimyəvi emal üsulu.
- Fasiləsiz ion mübadilə üsulu ilə işləyən ionitsiz gəclər yanacaq sistemli sxemlərdən ibarətdir. Burda yığılan çirkab

suların həcmi adi haldakına nisbətən (2-3) dəfə az olur.

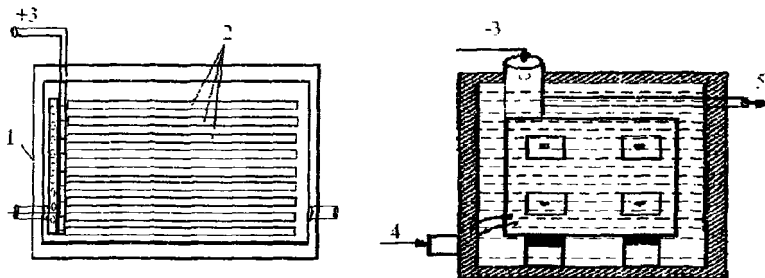
- Müasir qurğulardan biridə əks axınlı ionit süzgəcləridir. Duzsuzlaşdırıcı qurğuların pilləli əks axınlı süzgəclər əsasən qurulması reagent sərfini 30-40 % azaldır. H – kationit süzgəclərinin əks axınlı texnoloji sxem əsasında işləməsi isə regenerasiya məhlulunun sərfini müəyyən qiymətə qədər salmağa imkan verir.

- Bu üsul isti hallarda, yəni temperatur 80°C olan məhlullarda aparılır. Burada müəyyən qədər çirkab suların yaranması mövcud olur. Ona görə də daha müasir üsuldən istifadə edilməsi məsləhətdir. Məsələn, reagentsiz üsul, yəni suyun membran üsulu ilə duzsuzlaşdırılması və elektrokoagulyasiya üsulu ilə ilk emalı nəzərdə tutulur.

Suyun kolloid qarışıqlarından təmizlənməsi FeSO_4 və $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ və koagulyatorları ilə aparılır. Bu da həm təmizlənən suda və həm də çöküntüdə əlavə duz ionlarının və ya duzların konsentrasiyasının artmasına səbəb olur.



Şəkil 11.1. Pilləli əks axınlı ionlaşma prosesinin müxtəlif variantlarının sxemləri.

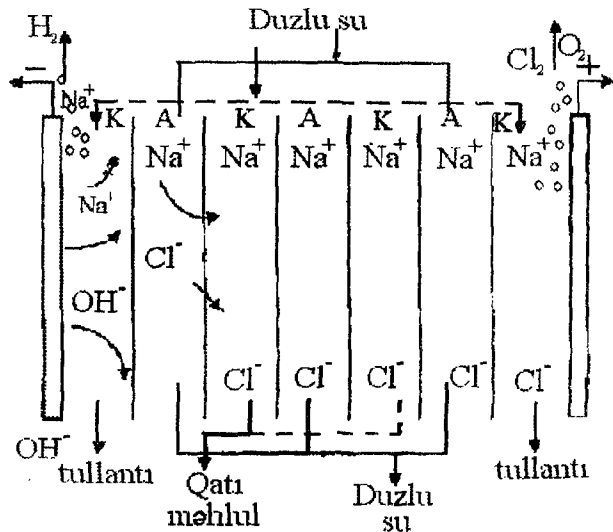


Şəkil 11.2. Lövəli elektrik koagulyatoru:

1 – gövdə; 2 – lövhələr; 3 – cərəyan xətləri; 4 – suyun giriş xətti; 5 – emal edilmiş suyun çıxış xətti.

Elektrokoagulyasiyalarda isə lopa şəkilində $\text{Fe}(\text{OH})_3$ və $\text{Al}(\text{OH})_3$ hidrosidləri əmələ gətirir ki, bu da sabit cərəyan təsiri altında işləyən dəmir və alüminium elektrodlarının hidrolizi nəticəsində baş verir.

Burda yığılan çirkab suların həcmi adi haldakına nisbətən (2-3) dəfə az olur.



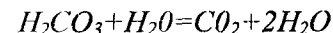
Şəkil 11.3. Çox kameralı elektrodializ qurğusunun sxemi

Müasir qurğulardan biridə əks axınlı ionit süzgəcləridir. Duzsuzlaşdırıcı qurğuların pilləli əks axınlı süzgəclər əsasən qurulması reagent sərfini 30-40 % azaldır. H – kationit süzgəclərinin əks axınlı texnoloji sxem əsasında işləməsi isə regenerasiya məhlulunun sərfini müəyyən qiymətə qədər salmağa imkan verir.

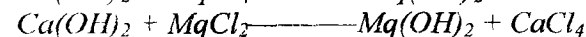
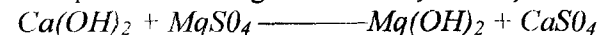
Bu üsul isti hallarda, yəni temperatur 80°C olan məhlullarda aparılır. Burada müəyyən qədər çirkab suların yaranması mövcud olur. Ona görə də daha müasir üsuldən istifadə edilməsi məsləhətdir. Məsələn, reagentsiz üsul, yəni suyun membran üsulu ilə duzsuzlaşdırılması və elektrokoagulyasiya üsulu ilə ilk emalı nəzərdə tutulur.

11.5. Dəniz suyunun emalı zamanı əmələ gələn tullantılar

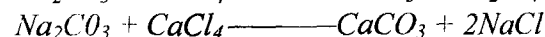
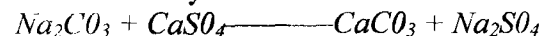
Dəniz suyunun şirinləşdirilməsi texnikasında ən çox buxarlandırıcı qurğularından istifadə edilir. Buxarlandırıcının əsas qızdırıcılarında ərp əmələ gəlməsinin qarşısını almaq üçün xam dəniz suyunun turşu ilə ilk emalı aparılır. Suyu turşu əlavə etdikdə aşağıdakı reaksiya nəticəsində bikarbonat; qələviliyi neytrallaşması olur:



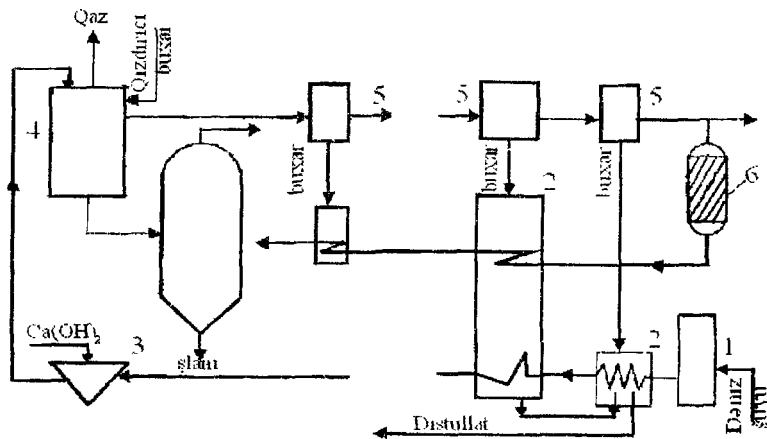
Qızma səthlərində CaCO_3 və $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ərplərinin yaranmasının və çökməsinin qarşısı alınır. Dəniz suyunu əhəng ilə emal etdikdə onun ümumi codluğu praktik olaraq dəyişir. Nəticədə maqnezium codluğu hidrosid şəkildə çökdürülür.



sonra emal suya soda əlavə edilir.



Dəniz suyunu Mg, Na – elementlərinin yumşalması prosesində suda olan Ca^{++} ionları kationiti Mg^{++} və Na^+ aktiv ionları ilə mübadilə olunur.



Şəkil 11.4. Termokimyəvi yumşakedici qurğunun sxemi:
1 – kobud süzgəc ; 2 – qızdırıcı; 3 – reaktor; 5 – genişləndiricilər;
6 – kontak süzgəc; 7 – kontak süzgəc.

Dəniz suyunun emalı müəyyən texnoloji qurğular əsasında aparılır. Bilirik ki, dəniz suyunun tərkibi qələvi və turş mühitlə zəngindir. Sənaye qurğularının yuyulmasında bəzi texnoloji proseslərin həyata keçirilməsində qızdırıcılardan və buxarlandırıcılardan istifadə edilir ki, burada da çox vaxt dəniz suyundan istifadə edilir.

Dəniz suyunun tərkibində çoxlu miqdarda duz olduğu üçün aparatlarda yüksək temperatur nəticəsində ərp əmələ gəlir ki, bu da avadanlıqların iş rejimini pozur və onların sıradan çıxmasına səbəb olur. Buna görə dəniz suyunun emalının aparılması lazımdır. Emal zamanı tullantı kimi tərkibdə duzların ərp şəklində atılması, bəzi halda kimyəvi çevirmələr aparmaqla bir çox çöküntülər halında ətrafa tullantı atılır.

FƏSİL XII

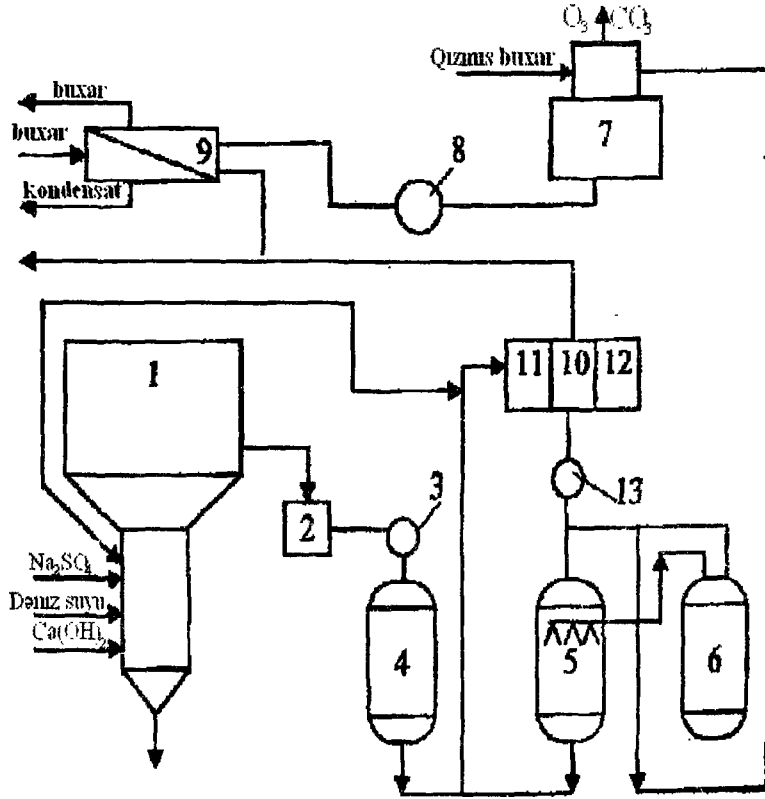
ƏTRAF MÜHİTİN SƏNAYE TULLANTILARINDAN MÜHAFİZƏSİ

12.1. Tullantisız və ya tullantılı distillə qurğuları

Son vaxtlar ətraf mühitin mühafizəsi sahəsində böyük elmi və texniki işlər görülmüşdür. Lakin bəzi sahələrdə yaranan tullantıların nəinki azalmasına, əksinə onların müəyyən dərəcədə artmasına səbəb olmuşdur.

Bununla əlaqədar olaraq atmosferin və su hövzələrinin mühafizəsi məsələləri gələcək üçün əsas problem olaraq qalacaqdır. Bu üsul dəniz suyunun şirənləşdirici qurğuları üçün xarakterikdir.

Şəkil 12.1-də dəniz suyu ilə Na-kationit süzgəclərinin işlənmiş məhsullarının birlikdə emalı bilavasitə durulducuda aparılır. İlk emal prosesində $Mg(OH)_2$ və $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ çökdürmək üçün əhəng südü və dəniz suyunun özündən alınan natrium sulfat məhlulundan istifadə edilir. Bu zaman durulducuda çökdürülən $Mg(OH)_2$ və $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ məhsullarını yandırmaqla MgO və CaO almaq mümkündür. Bunlar da suyun kimyəvi duzsuzlaşdırıcı qurğularında ilk emal prosesi və $HSiO_3$ ionlarını sudan xaric edilməsi üçün çox qiymətli reagentlərdir. Bununla bərabər, $Mg(OH)_2$ və $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ məhsullarından izolyasiya və ya tikinti materialı kimi də istifadə etmək mümkündür. İlk emal prosesindən sonra durulducudan çıxan dəniz suyunun tam yumşalması əks axınlı kationit süzgəclərində aparılır. Tam yumşaldılmış dəniz suyunda işləyən buxarlandırıcıların son pilləsindən üfürülən konsentrat isə Na – kationit süzgəclərini regenerasiya etmək üçün istifadə edilir. Beləliklə, qurğuda distillatla yanaşı bəzi qiymətli məhsullar da alınır və bununla da ətraf mühitin çirklənməsi məsələsi də həll edilmiş olur.



Şəkil 12.1. Tullantisız dəniz suyu emalı qurğusunun sxemi:

- 1 - durulducu; 2 - aralıq tutum; 3, 8, 13, - nasos; 4 - mexaniki süzgəc; 5 - əks axımlı kationit süzgəc; 6 - baryer süzgəc; 7 - deaeratorlar qurğusu; 9 - buxarlandırıcı qurğu; 10 - üfritülən duz məhlulu üçün tutum; 11 - işlənmiş məhlul üçün tutum; 12 - yuma suyu üçün tutum.

12.2. Tullantı qazların təmizlənməsi və zərərsizləşdirilməsi yolları

Atmosfer havasını çirkləndirən əsas mənbələr sənaye müəssisələri, nəqliyyat, İES, heyvandarlıq kompleksləri aid edilir. Məsələn, neft - kimya sənaye müəssisələri tərəfindən atmosfərə atılan tozun tərkibində CO_2 , CO , NH_3 , NO_2 , SCl_2 , HF , HCl , SF , H_2S , Cl_2 və s. Zərərli maddələrə rast gəlmək olar. Qazın effektiv təmizlənməsi üçün onun daxilində olan hissəciklərin kamerada qalma müddəti mümkün qədər çox pilləli, kameralı tozu tutuculardan istifadə etməklə bərabər onların orada qalma müddəti mümkün qədər çox pilləli olmalıdır. Stoks qanununa əsasən çox pilləli kameralı tozun hansı minimal diametrinin çökəcəyi təyin edilir.

$$d_{\min} = \sqrt{18V_q \cdot \mu [\rho_f \cdot \rho] \cdot g \cdot B \cdot L} \quad (12.1)$$

burada V_q - qazın həcmi sərfi, m^3 / M ; μ_q - qazın özülüyünün dinamik əmsalı, Pa·s; B və L - kameranın eni və uzunluğu, m; ρ_f və ρ_q - çirk hissənin və qazın sıxlığıdır.

İstiqaməti birdən-birə dəyişdikdə qaz axınının daxilində olan hissəciklər ətalət üzrə öz hərəkətini əvvəlki istiqamətdə davam etdirir və qaz axınının istiqaməti dəyişdikdən sonra çökürlər. Belə aparatlarda ölçüsü 25 - 30 mkm olan hissəciklərin çökmə faizi 65 - 80 % olur.

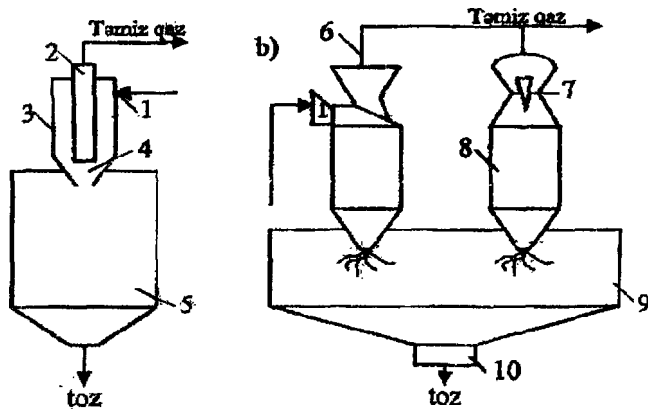
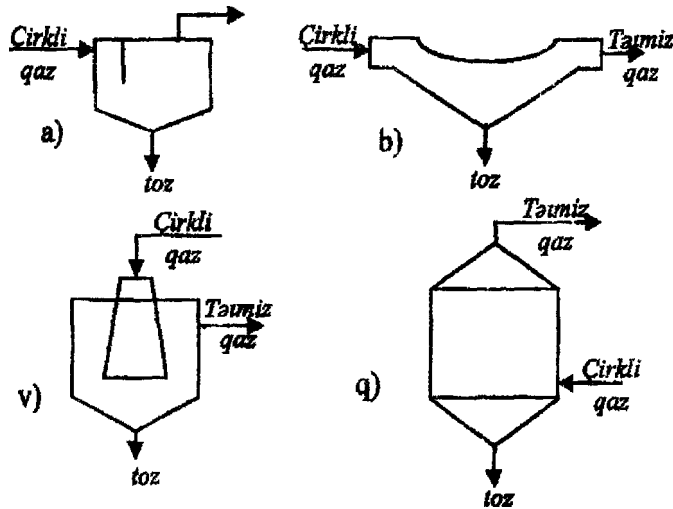
12.3. Mərkəzdənqaçma prinsipi ilə işləyən toztutucular

Bu tip toz tutucuları tsiklonlara aid etmək olar. Şəkildən görüldüyü kimi qaz tsiklon daxilində fırlanaraq, əvvəl yuxarıdan aşağıya, sonra aşağıdan yuxarıya hərəkət edir. Toz hissəciklər mərkəzdənqaçma qüvvəsi ilə divara atılır və divarla tsiklonun dibinə sürüşərək hərəkət edir. Bu qurğularda hissəciklərin tutulma effektivliyi qaz axınının sürəti ilə düz, tsiklonun diametri ilə tərs mütənəsbdir. Effektivliyin artırılması üçün tsiklonun diametrinin azaldılması məqsədə uyğundur.

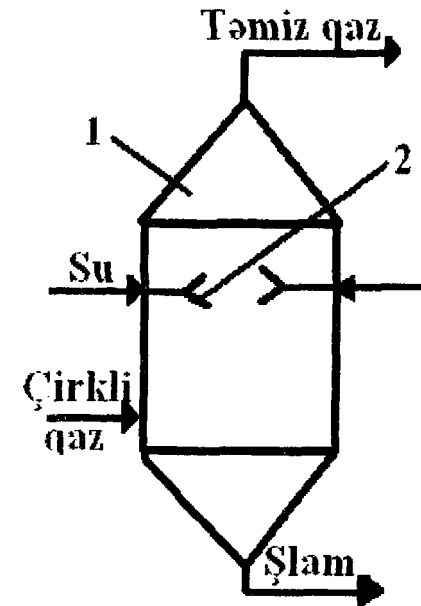
12.4. Filtirdə qazın təmizlənməsi

Qaz axını məsaməli arakəsmələrdən keçdiyi zaman daxilindəki hissəciklərin bu məsamələrdə saxlanması prinsipinə əsaslanır.

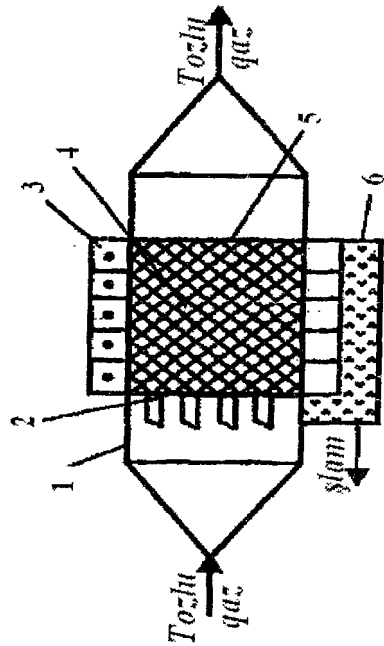
Filtirləyici arakəsmələr lifli və dənəli elementlərdən ibarət olur. Lifli filtrlər parçalardan və mineral liflərdən ibarət olurlar. Bu filtrlər ölçüsü 50-10 mkm olan toz hissəciklərini tutmaq qabiliyyətinə malikdir. Bunlar əsasən dispers fazanın konstruksiyası 0,5-5 mq/m olduqda tətbiq edilir. Şəkil 12.3-də filtirdə qazın təmizlənməsində istifadə olunan qurğular və onların iş prinsipi göstərilmişdir.



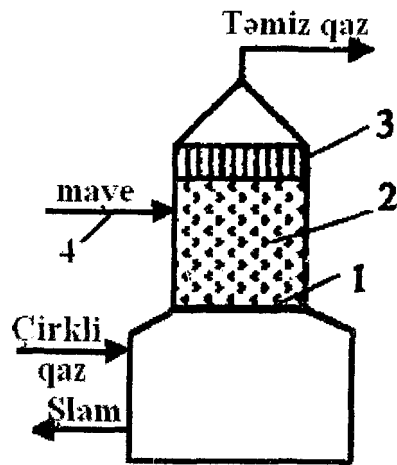
Şəkil 12.2. Mərkəzdən qaçma prinsipli toztutucular: a) - vahid tsiklon; b) - qrup tsiklon; 1 - giriş borusu; 2 - aşqaborusu; 3 - silindir formalı kamera; 4 - konus şəkilli kamera; 5 - toz çökdürən kamera; 6 - qaz kamerası; 7 - halqavari diffuzor; 8 - tsiklon elementi; 9 - bunker 10 - toz qılağı.



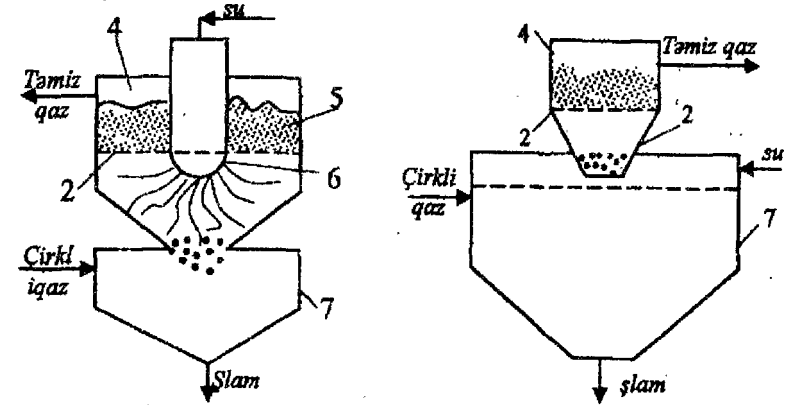
Şəkil 12.3. A) İçi boş forsunkalı. 1 - gövdə; 2 - forsunka.



Şəkil 12.3.
B) Nəm toz tutucuları və en kəsik boyunca suvarma:
1 – gövdə
2 – forsunka
3 – suvarıcı qurğu
4 – şəbəkə
5 – oymaq
6 – şlam yığan



Şəkil 12.4.
A) Silindir qatı:
1 – şəbəkə
2 – kürə oymaqlar
3 – məhdudlaşdırıcı şəbəkə
4 – suvarıcı



Şəkil 12.4.
B) Konus qatlı:
1 – gövdə; 2 – şəbəkə; 3 – kürə qatı; 4 – tutucu; 5 – məhdudlaşdırıcı şəbəkə; 6 – forsunka; 7 – tutum

Yaş toz tutucular ısladıcı maye rolunu su yerinə yetirir. Suyun axma təsirindən asılı olaraq bu qurğular 8 növə ayrılır.

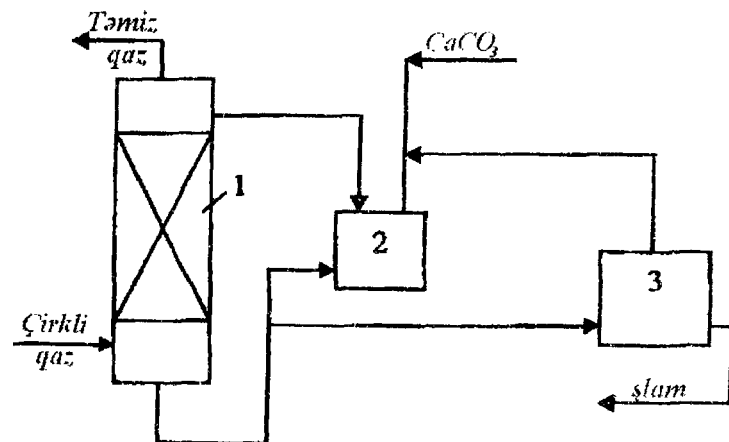
1. İçərisi boş qaz yuyucular.
2. Taxma maneəsi.
3. Nimçəli.
4. Hərəkət edən taxmalı.
5. Zərbə ətalət təsirli.
6. Mərkəzdənqaçma təsirli.
7. Mexaniki qaz yuyucu.
8. Sürətli qaz yuyucu.

Qaz axını maye ilə görüşdükdə fazalararası toxunma səthlər yaranır. Bu səthlər qaz qabarcıqlarından, qaz və maye şımağından, damcı və maye pərdəsindən ibarət olur. Aşağıdakı sxemlərdən toz tutucuların iş prinsipini aydın görmək olar. Elektrik filtirlərdən qazların təmizlənməsi elektrik qüvvəsi təsirindən baş verir. Qaz molekulunun elektrik yükü ilə ionlaşması zamanı yaranan qaz ionları toz hissəciyi səthinə absorbsiya olaraq elektrik sahəsi təsirindən öz yerini dəyişərək çökdü-

rücü elektrodların üzərinə yığılır. Lövə və boru elektrodlu elektrofiltirlər daha geniş istifadə edilir. Bu qurğular ölçüsü 0,01 - 100 mkm olan hissəcikləri 400-4500°C temperaturda güclü qaz axınından ayırmaq qabiliyyətinə malikdir.

12.5. Qazların texnogen tullantılardan absorbsiya üsulu ilə təmizlənməsi

Bu proses qaz və mayenin qarşılıqlı təsiri prinsipinə əsaslanır. Yuyucu və qazdan ayrılan komponentin qarşılıqlı təsirinin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq Absorbsiya (2) fiziki və kimyəvi metodlara bölünür. Maye fazasında kimyəvi reaksiyaya gedən zaman absorbsiya olunan komponent uducu ilə reaksiyaya girir. Fiziki absorbsiyaya nisbətən sərhəd səthlərində konsentrasiya artdığına görə udulma sürəti artır. Əgər iki qaz absorbsiya olarsa, bu zaman absorbsiya sürəti azalır.



Şəkil 12.5 . Kükürd iki oksidin absorbsiyası sxemi:
1 – dekrroffter; 2, 3 - absorberlər

Qazların tərkibindən SO_2 təmizləmək üçün sudan, qələvi duzlarının suspenziyasından və qələvi metallardan istifadə edilir. Su ilə SO_2 absorbsiya belə aparılır.

Suspenziya kimi təmizləmədə udulmuş əhəng daşdan hazırlanmış məhluldan istifadə edilir. Göstərilən təmizləmə metodlarından başqa absorbentlərin regenerasiyası ilə gedən metodlarda tətbiq edilir. Burada əsas uducular regenerasiya edilərək təkrar istifadə edilir. Ayrılan komponentlərdən isə bu və ya digər maddələrin alınmasında istifadə edilir.

12.6. Katalitik təmizləmə və onun mahiyyəti

Katalitik təmizləmə. Bu üsullar da geniş yayılmışdır. Bu metodla qarışıqdakı komponentlərdən birinin digəri ilə ya da hər hansı bir komponentin katalizatorla qarşılıqlı təsirinə əsaslanır. Əksər hallarda tullantı qazlarda olan faydalı qaz qarışıqlarını ayırmaq üçün katalitik oksidləşmə metodlarından istifadə olunur. Burada tətbiq olunan katalizatorlar müxtəlif amillər nəzərə alınmaqla seçilir. Məsələn, tullantı qazlarda karbohidrogenlər olduqda tətbiq olunan katalizatorları üç qrupa bölmək olar.

1. Odadavamlı daşıyıcı üzərində hopdurulmuş metokatalizatorlar;
 2. Yarımkəçirici katalizatorlar (daşıyıcı üzərinə hopdurulmuş kobalt, manqan, vanadium oksidləri);
 3. Duzlar - sinklorid, bismut, qalay və kobaltın birləşmələri.
- Temperaturun artması və katalizatorun aktivliyini daha da artırır və təmizləmə prosesi bir o qədər də dərin gedir.

12.7. İstehsalat sularının təmizlənməsi və zərərsizləşdirilməsi üsulları

Ətraf mühitin qorunması üçün həyata keçirilən sanitariya – texniki tədbirlər arasında istehsalat sularının təmizlənməsi xüsusi yer tutur. Bu sahədə tətbiq olunan bioloji təmizlənmənin ən müasir metodları belə çirkab suların tam təmizlənməsini təmin etmir. Müxtəlif təmizləmə metodlarının tətbiq edilməsinə baxmayaraq davamlı çirkəndiricilər sudan ayrılır. Onlar su

ilə birlikdə dəniz və göllərə axıdılır. Suların tam təmizləmə bil-məməsinin əsas səbəbi istehsalat sularını çirkəndirən maddələ-rin həm tərkibi, həm də xassələrinin tam öyrənilməməsidir. Ona görə də belə nəticəyə gəlmək olar ki, sənayenin indiki sür-ətlə inkişafı dövründə çirkab suların və su hövzələrinin tam tə-mizlənməsi problemi həll edilməmiş qalır.

Fiziki – kimyəvi üsul. Fiziki-kimyəvi üsulla suyu təmizlə-mək üçün kaoqulyasiyantlar və flokulyantlardan, sorbentlər və oksidləşdiricilərdən istifadə edilir. Suyun biokimyəvi yolla təmizlənməsi ən effektiv yollardan biridir. Suyun biokimyəvi yolla təmizlənməsi ən effektiv yollardan biridir. Lakin elə çirkab hissəciklər vardır ki, onlar asılqanlar əmələ gətirdiyi üçün biokimyəvi üsulla sudan ayrılır. Ona görə də fiziki-kimyəvi üsuldən istifadə edilir. Bəzi zəhərli maddələri fiziki-kimyəvi üsulla təmizləmək daha səmərəlidir. Buna görə də suya kaoqulyant və flokulyant kimi müxtəlif rentgentlər əlavə olunur. Ona görə də bu metodlara *rentgentlər metodu* deyilir. Kaoqulyant kimi $Al_2(SO_4)_3$, H_2PO_4 ammoniyakın sulu məhlulu, $Fe(OH)_3$ götürülür. Kaoqulyant suda tam həll olmalıdır. Suyun analizindən sonra kaoqulyantın miqdarı təyin edilir. Suyu kaoqulyator əlavə edildikdə sistemin aqreqasiya davamlığı azalır. Çünki ionların hissəciklər üzərində sorbsiyası başlanır, pis həll olan maddələr əmələ gəlir və onlar su fazasında iftar doymuş məhlul əmələ gətirirlər. Kaoqulyatorun bərk fazanın iftar doymuş məhluldan ayrılması üç dövrdə aparılır:

1. inkubasiya dövrü;
 2. bərk faza hissəciklərinin böyümə dövrü;
 3. bərk fazanın qocalma dövrü
- İnkubasiya dövrü ilkin məhlulun iftar doymuş prosesin bütün dövrlərində müşahidə olunur.
 - İnkubasiya dövründən sonra kristallaşma mərkəzi böyüməyə başlayır.
 - Kaoqulyantla yaranan bərk fazanın sudan ayrılma prosesi onun qocalma prosesidir. Bu prosesdə bərk fazanın

əmələgəlmə prosesi başa çatır və maye fazadan ayrılır.

Biokimyəvi üsul. İstehsalat sularını biokimyəvi üsulla tə-mizləmək üçün tətbiq olunan flokulyantlara *bioflokulyantlar* deyilir. Bioflokulyantlar bioloji metodlarla alınır. Bioflokulyant kimi aktiv lildən istifadə edilir. Aktiv lil mikroorqanizm hüceyrələrindən və onların metabolizm məhsulundan ibarətdir. Kimya mikrobiokimya və yeyinti sənayələrinin çirkab sularda kimyəvi təmizlənməsi zamanı çox miqdarda aktiv lil əmələ gəlir. Aktiv lilin köməyi ilə ən zəhərli metal ionlarını sorbsiya etmək olur. Aktiv lilin özünü və ondan alınan sintetik bioflo-kulyantları tətbiq etməklə istehsalat sularını zərərli maddələrdən təmizləmək olur. Burada oksigen də iştirak edir. Bu prosesə *aeroten təmizləmə* deyilir. Bunların əvəzinə aktiv oksidləşdi-ricidən istifadə edilir. Məlumdur ki, təmizləmə üsulları möv-cuddur. Onların tətbiq sahələri də özünəməxsus müxtəlif istiqə-mətdədir. Xüsusən aktiv birləşmələrin əmələ gətirdiyi mürək-kəb quruluşlu tullantılar uzun müddət günəş şüaları altında nəm və su mühitində daha da aktivləşirlər.

Bu baxımdan oksidləşdirici komponentlərin təsiri hesabına metal ionlarının cəzb etmə qabiliyyəti güclənir.

Mikroorqanizmlərin bir tərəfdən inkişafı günəş şüalarının təsiri hesabına güclənir, Digər tərəfdən sistemdə əmələ gələn aktiv mikroorqanizmlər oksidləşdirici komponentlər tərəfindən məhv edilir. Aeroten təmizləmə metodundan fərqli olaraq oksidləşdiricidən istifadə edərək aktiv mikroorqanizmlərin məhv edilməsi başqa sözlə təmizləmə metodu aparılır.

Yuxarıda göstərilmişdir ki, təmizləmə metodlarının bir çox növləri vardır. Bunların içərisində ən əlverişli və iqtisadi ba-xımdan daha çox rentabelli sayılan metodlardan biri də biokim-yəvi üsuldur. Belə ki, burada əlavə qurğuya, aparatların istifadə edilməsinə ehtiyac yoxdur. Ən əsası isə çox ucuz oksidləşdi-ricilərindən istifadə edərək yüksək təmizləməni əldə etmək mümkündür.

FƏSİL XIII

AQROEKOSİSTEMLƏRDƏ RADİONUKLİDLƏRİN MİQRASIYASI

13.1 Aqromühitdə radioaktiv maddələrin əsas yaranma səbəbləri və mənbələri

Aqrar istehsalın intensivləşdirilməsi ilə bağlı aqromühitdə radionuklidlərin miqrasiyası və uyğun olaraq aqroekosistemlərdə baş verən radioaktiv çirklənmələr son zamanlar çox böyük narahatlıq doğurur. Bununla əlaqədar olaraq, mütəxəssislər tərkibindən aqrosənaye istehsalı sahəsində radionuklidlərin miqrasiyası və ionlaşmış şüaların bitkiyə, heyvana həmçinin bütövlükdə aqroekosistemlərə təsiri öyrənilir. Aqroekologiyanın xüsusi bölməsi olan bu sahə kənd təsərrüfatı radioekologiyası adlandırılır.

Qeyd etmək lazımdır ki, kənd təsərrüfatı radioekologiyası tətbiqi planda radionuklidlərlə çirklənməyə məruz qalan ərazilərdə kənd təsərrüfatı işlərinin aparılması prinsiplərini və radioekoloji standartlara cavab verən aqrosənaye məhsulun istehsalını təmin edən kompleks qoruyucu təbirlər hazırlayır.

Radionuklidlərin miqdarı onların əmələ gəldiyi hər hansı bir mənbədə həmin maddənin aktivliyi ilə göstərilir və onun ölçü vahidi bekkere (1 Bk = 1 c⁻¹), ilə işarə edilir. Kənd təsərrüfatı radioekologiyasında radioaktiv maddələrin, həm də bu ölçünün digər vahidi olan – küridən (1 Kk = 3,7 · 10¹⁰ Bk) çox geniş şəkildə istifadə olunur.

Aqroekosistemlərdə mövcud olan radionuklidlərin iki qrupu. Mütəxəssislər aqromühitdə olan radionuklidləri iki qrupa bölürlər – təbii və süni radionuklidlərə bölünür. Birinci qrupa aid edilən, yəni təbii radionuklidlər bir planet kimi Yerin yarandığı vaxtdan indiyə kimi onun tərkibində olmuşlar. Onlar olduqca uzun dövr ərzində parçalanmaya məruz təbii radiasiya

fonu komponentini təşkil edir (onların arasında ən mühümləri ⁴⁰K, təbii ağır radionuklidlər ²³⁸U və ²³²Th, həmçinin onların parçalanma məhsulları və b.sayılır). Bundan başqa biogen mənalı təbii radionuklidlər Yerə havadan daxil olur (³H, ¹⁴C və b.). Aqroekosistemlərdə mövcud olan radionuklidlər, onların davranış tərzini və miqrasiyası ilə bağlı aparılan araşdırmaların nəticəsi göstərir ki, bəzi təbii radionuklidlər kənd təsərrüfatı zənciri üzrə miqrasiyada çox əhəmiyyətli rol oynayırlar.

Aqrar mühitdə mövcud olan süni radionuklidlər texnogen mənşəli olub, ikinci qrupa aid edirlər. Kənd təsərrüfatı baxımından vacib sayılan bu qrupa daxil olan radionuklidlərə uran və plutoniumun parçalanma (bölünmə) məhsulları – ⁹⁰Sr, ¹³¹I, ¹³⁷Cr və b, həmçinin çevrilmiş aktiv nuklidlər (⁵⁴Mn, ⁵⁵Fe, ⁵⁹Fe, ⁶⁰Co, ⁶⁵Zn və b.) və transuran radionuklidləri (²³⁹Pu, ²⁴¹Am və b.) daxildir.

Aqrosferdə texnogen radionuklidlərin əsas mənbələri nüvə silahları sınaqları nəticəsində daxil olan uzunömürlü radionuklidlərin qalıqları, həmçinin atom elektrik stansiyalarının və digər tam nüvə yanacağı tsiklləri ilə işləyən müəssisələrin (uran xammalı əldə edən müəssisələr, işlənmiş nüvə yanacağının yenidən bərpası zavodları və s.) tullantıları sayılır. Bu müəssisələrdə radioaktiv tullantılara məsuliyyətsiz yaşama xüsusi problem yaradır, bunun nəticəsində radionuklidlər ətraf mühitə daxil olaraq kənd təsərrüfatı zəncirinə qoşulur.

Təəssüflə bildirmək lazımdır ki, son illər insanın müxtəlif təsərrüfat sahələrində nüvə texnologiyasının sayı artır. Bununla əlaqədar olaraq, radionuklidlərin biosferə daxil olması istisna edilmir. ətraf mühit üçün texnogen radionuklidlərin ən ciddi mənbəyi atom sənayesində və nüvə energetikasında baş verən qəzalardır (1957-ci ildə Cənubi Uralda, 1957-ci ildə Uindsken- da baş verən qəzalardır (1957-ci ildə Cənubi Uralda, 1957-ci ildə Uindskeyldə (Böyük Britaniya) və 1986-cı ildə Çernobıl atom elektrik stansiyasında), nüvə silahları sınaqdan keçirilən poliqonlarda və ona bitişik ərazilərdə (Semipalatın poliqonu,

Yeni Torpaq adası) də radionuklidlərin qalıq miqdarı qalmaqdadır.

Aqrar istehsalın intensivləşdirilməsi ilə bağlı kənd təsərrüfatının kimyalaşdırılması artdıqca tərkibində çoxlu miqdarda təbii radionuklidlər olan gübrələrdən və meliorantlardan istifadə olunması da artır. Kənd təsərrüfatında geniş tətbiq edilən bu mineral gübrələr (ilk növbədə fosfor gübrələri) əldə etmək üçün tərkibində ^{238}U , ^{232}Th və onların parçalanma məhsulları ilə zənginləşmiş bəzi dağ süxurları xammalından istifadə olunması ilə bağlıdır.

13.2. Aqrosenozlarda radionuklidlərin miqrasiyası və torpaqda davranış tərzinə görə onların qruplara ayrılması

Məlum olduğu kimi, kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalında torpaq və onun ekoloji vəziyyəti çox mühüm rol oynayır. Ona görə də torpağın radioaktiv çirklənməsinin qarşısının alınması üçün mühüm təsərrüfat tədbirləri həyata keçirilməli, radionuklidlərin yaranma mənbələri və səbəbləri, onların miqrasiyası, eləcə də davranış tərzini əsaslı sürətdə araşdırılmalıdır.

Torpaqda radionuklidlərin hərəkəti və davranış tərzini. Aqroekosistemlərdə bu və ya digər mənbələrin hesabına mövcud olan radionuklidlərin torpaqda tarazlıq (bərabər) vəziyyətdə yayılmasının başlanma vaxtı müxtəlif səbəblərdən çox asılıdır. Belə ki, torpaqda radionuklidlərin davranış tərzini ən çox torpağın xassələri (reaksiyası, torpaq məhlulunun tərkibi, torpaq kolloidlərinin tərkibi, humusun miqdarı, torpağın nəmliyi və s.), eləcə də radioaktiv maddənin mövcud olduğu ilkin fiziki-kimyəvi formalarından birbaşa asılıdır.

Əsas istehsal vasitəsi hesab edilən torpaq, yəni biosferin torpaq təbəqəsi – pedosfer təbiətin əsas komponenti olub (Dünya okeanı ilə birlikdə), burada insanın texnogen fəaliyyəti nəticəsində onu əhatə edən ətraf mühitə atılan süni radionuklidlərin lokallaşması baş verir. Radionuklidlərin bir tərəfdən torpağın

üst horizontallarında möhkəmlənməsi kök sisteminin yayıldığı qatda radioaktiv maddələrin bitkinin köklərlə udulması üçün uzunmüddətli mənbə yaradır. Digər tərəfdən isə torpağın bərk fazası tərəfindən radionuklidlərin güclü sorbsiyası (udulması) onların bitkinin kök sistemi ilə udulmasını məhdudlaşdırır.

Araşdırmalar göstərir ki, radionuklidlərin torpağın uducu kompleksi tərəfindən sorbsiyası xüsusiyyəti torpaqüstü mühitdə bitki tərəfindən uzunömürlü radionuklidlərin toplanma prosesinin saxlanmasını təmin edir.

Aqrar istehsal sahəsində mühüm rol oynayan torpağa “təzə” daxil olan radionuklidlər ilk əvvəl təbii mühitdə yeni komponentlər hesab olunur və tədricən “köhnəldikcə” bitkinin kökləri tərəfindən udulması mümkünüyü (əlverişliliyi) azalır, bu, radionuklidlərin torpağın bərk fazası tərəfindən güclü sorbsiyası, onun gilli mineralların kristal çərçivəsinə daxil olması ilə əlaqədardır. Müxtəlif texnogen radionuklidlərin “köhnəlmə” sürəti eyni olmur, məsələn, ^{137}Cs üçün intensiv “köhnəlmə” səviyyəsidir, ^{90}Sr isə əksinə, uzun müddət ərzində torpaqda mübadilə vəziyyətində qalır. Əksəriyyət radionuklidlərin torpaq tərəfindən udulması onların iki əsas faza – bərk və maye (torpaq məhlulu) halında yayılma prosesləri ilə təyin edilir və əsas radionuklidlərin sorbsiya – desorbsiya, çətin həll olunan birləşmələrin çökmə – həllolma və kolloidlərin koadulyasiya-peptizasiya prosesləri nəticəsində yerinə yetirilir.

Torpaqda davranış tərzinə görə radionuklidlərin qruplara bölünməsi. Radionuklidlər torpaqda davranış tərzinə görə bir-birindən əsaslı sürətdə fərqlənirlər. Buna görə də mütəxəssislər onları bu spesifik xüsusiyyətlərinə uyğun olaraq, bir-birindən ayırmaq üçün həmin radioaktiv maddələri bir neçə qrupa bölürlər. Belə ki, Zn, Cd və Co radionuklidləri üçün mübadilə sorbsiyası deyil, onların torpaqda saxlanması ehtimal mexanizmi – torpaq mineralları tərəfindən adsorbsiya olunması və üzvi və üzvi-mineral maddələri ilə kompleksin əmələ gəlməsi səciyyəvidir. Na, Rb və Sr radionuklidləri əksər hallarda torpaq tərə-

findən mübadilə tipi üzrə sorbsiya olunur. Uzunmüddətli texnogen radionuklidlərin – ^{90}Sr ($T_{1/2}=28,5$ il) torpaqda mübadilə formasında olması kənd təsərrüfatı məhsullarının çirklənməsində mühüm rol oynayır. I , Ce , Pm , Zr , Nb , Fe və Ru üçün çox formalı davranış tərzı xas olub komplekslərin əmələ gəlməsi və kolloidlərin çökməsi (koaqulyasiya) səciyyəvidir.

Müxtəlif mənbə və yollarla havadan torpaq-bitki örtüyünə düşən radionuklidlər ilk əvvəlcə torpağın 0...2 sm-lik üst qatında toplanır. Bundan sonrakı mərhələdə isə həmin radionuklidlər torpaq profilləri boyu miqrasiya edirlər və beləliklə də burada aqroekosistemlərin təbii tarazlığının pozulmasına səbəb olurlar.

Torpaqda radionuklidlərin miqrasiyası ilə bağlı aparılan araşdırmaların nəticəsində məlum olmuşdur ki, şumlanmış torpaqlarda radionuklidlərin şaqulu paylanması radioaktiv maddələrin tədricən kök sistemi yayılan qatda yayılmasına və bunun sayəsində bitkilərin kökləri ilə udulmasına və şüalanma dozasının aşağı düşməsinə gətirib çıxarır.

Radionuklidlərin bitkilərdə toplanması ilə bağlı qeyd etmək lazımdır ki, bitki üzərinə çökən radioaktiv hissəciklərin saxlanması və sonradan onların kənarlanması (təmizlənməsi) bu hissəcikləri torpaq qabiliyyətinə malik olan bitki səthinin sahəsindən; vahid sahədə fitokütlənin ehtiyatından, yarpaqların forması, ölçüsü və səmtindən və bitkinin digər yerüstü orqanlardan; hissəciklər düşən vaxtdan və sonra səpinin sahəsindən keçən küləyin sürətindən, aerosol hissəciklərin ölçüsündən, düşən (çökən) materialın miqdarından, hissəciklər düşdükdə və sonra havanın nisbi rütubətliyindən asılıdır.

Radionuklidlərin bitkilərdə toplanmasının hərtərəfli və geniş öyrənilməsi ilə bağlı aparılan tədqiqat işlərinin nəticəsində məlum olmuşdur ki, radioaktiv maddələr bitkiyə yerüstü orqanları (radionuklidlərin torpaq – bitki örtüyünə areal (havada) düşərək onun yerüstü fitokütləsi tərəfindən saxlanması yolu ilə) və kök sistemi vasitəsilə (radionuklidlər torpaq tərəfindən

mənimsənildikdə) keçə bilər.

Havada bitki örtüyü üzərinə düşən (çökən) radioaktiv hissəciklərin saxlanması – bitkilərin yerüstü hissələri tərəfindən udulmuş radionuklidlərin miqdarının, həmin yerdə kənd təsərrüfatı sahəsinə düşən radioaktiv maddələrə olan nisbəti kimi səciyyələnməsi qəbul edilmişdir.

Bitkinin kök sistemi vasitəsilə olmayan, yəni aerosol (havadan) çirklənməsinin rolu torpaqdan radionuklidlərlə çirklənməsinə nisbətən (xüsusən radioaktiv maddələrin çökdüyü ilk dövrdə) daha böyükdür: bu vaxt ərzində bitkidə radioaktiv maddələrin miqdarı tamamilə havadan yerüstü fitokütlənin səthində toplanan radionuklidlərlə təyin olunur. Havadan radionuklidlərin çökməsi dayandıqdan sonra bitkinin radionuklidlərdən təmizlənməsi başlayır (yağışla yuyulma, küləklə aparılma, aerosolların cazibə qüvvəsi ilə kənarlaşması və s.). Radionuklidlərin çökməsindən sonra bitkidə onların konsentrasiyasının azalması yarımtəmizləmə dövrü kimi qiymətləndirilir. Kənd təsərrüfatı bitkilərinin çoxlu sayda radionuklidlərdən yarımtəmizləmə dövrü 7-dən 17 sutka hüdudundan tərəddüd edir (radionuklidlərin fiziki-kimyəvi xassələrindən, aerosol hissəciklərinin ölçüsündən, bitkinin bioloji xüsusiyyətlərindən və s. asılı olaraq).

Meteoroloji amillərin, yəni küləyin və ya yağışın təsiri ilə çirklənmiş torpaq səthindən radioaktiv hissəciklər və ya çirklənmiş torpağın özü bitkiyə daxil ola bilər. Belə hal bitkinin təkrar radioaktiv çirklənməsi adlanır.

13.3. Radionuklidlərin torpaqdan bitkidə toplanmasının kompleks faktorlardan asılılığı

Kənd təsərrüfatı istehsalı ilə bağlı aqromühitdə radioaktiv maddələrin miqrasiyası və davranış xüsusiyyətlərinin araşdırılması ilə əlaqədar aparılan tədqiqatların nəticəsinə uyğun olaraq, müəyyən edilmişdir ki, bitkidə radionuklidlərin toplanması

bir sıra kompleks faktorlardan asılıdır. Həmin faktorlar əsasən 4 qrupa ayrılır ki, bunlar da aşağıdakılardan ibarətdir:

1. radionuklidlərin fiziki-kimyəvi xassələri,
2. torpağın fiziki-kimyəvi xassələri,
3. bitkinin bioloji xüsusiyyətləri
4. bitkinin aqroteknikası.

Göründüyü kimi, radionuklidlərin bitkidə toplanması torpağın fiziki-kimyəvi xassələrindən asılıdır; bir qayda olaraq torpaqda humus, mübadilə kationları, gillicə və gil fraksiyaları nə qədər çox olarsa, yəni torpaq yüksək münbitliyə malik olarsa, əksəriyyət radionuklidlər bitki tərəfindən zəif udulur.

Çəmən-otlaq sahələrində bitən bitkilərə radionuklidlərin daxil olması çəmən çim qatında radioaktiv maddələrin yüksək dərəcədə toplanması ilə əlaqədardır; çəməndə bitkilər şum aparılan torpaqlara nisbətən 5...10 dəfə artıq radionuklid toplayır (o cümlədən ^{90}Sr və ^{137}Cs).

Bitkilərin minerallarla qidalanma xüsusiyyətləri, vegetasiya dövrünün davamiyyəti, torpaqda kök sisteminin yayılma xarakteri, məhsuldarlığı və digər bioloji xüsusiyyətləri müxtəlif bitki növlərinin və kənd təsərrüfatı bitkilərinin müxtəlif sortlarının radionuklid toplanmasına təsir göstərir. Bitkilərin kök yollarında ^{90}Sr və ^{137}Cs radionuklidləri toplanması növündən asılı olaraq 10...30 dəfə və sortdan asılı olaraq 5...7 dəfə fərqlənə bilər. Beləliklə, verilən təhlildən də aydın göründüyü kimi, radionuklidlərin bitkilərdə toplanması doğrudan da bir sıra mühüm ekoloji faktorlardan birbaşa və dolaylı yolla asılıdır.

13.4. Radionuklidlərin heyvanların iştirakı ilə kənd təsərrüfatı zənciri üzrə paylanması

Kənd təsərrüfatı heyvanlarından yüksək keyfiyyətli və ekoloji təmiz məhsul əldə etmək üçün onların düzgün qidalanmasına, çirklənməmiş ərazilərdə otarılmasına ciddi fikir verilməlidir. Belə ki, radioaktiv çirklənməyə məruz qalan otlaq

ekosistemlərində otarma zamanı, həmçinin bordaq dövründə mal-qara radionuklid tərkibli yemlə qidalandıqda kənd təsərrüfatı heyvanlarının orqanizminə və sonra oradan da heyvandarlıq məhsullarına (süd, ət və s.) keçir.

Radionuklidlərin heyvanlarda orqanizmə sovrulma (hopma) əmsalı fs -dən radionuklidlərin bioloji mütəhərliyinin qiymətləndirilməsində istifadə edilir və faizlə istifadə olunur:

$fs = Q_{\text{ana}} / K_{\text{keçən}}$ radionuklidlərin miqdarı, Bk

Rasionla (yemlə) daxil olan radionuklidlərin miqdarı, Bk

Radioaktiv maddələrin kənd təsərrüfatı heyvanlarına toksiki təsirinin araşdırılması ilə bağlı aparılan tədqiqatlar nəticəsində məlum olmuşdur ki, heyvan orqanizminə daxil olan radionuklidlər metabolism proseslərinə (sorulma, ayrı-ayrı orqanlar və toxumalar üzrə hərəkət, depovizə olunma və təmizlənmə) cəlb olunur. Heyvandarlıq məhsulunda radionuklidlərin toplanması son halda bu proseslərin intensivliyindən asılıdır.

Əgər təbii və süni radionuklidlər üçün kənd təsərrüfatı heyvanlarının orqanizmində radioaktiv maddələrin metabolismin, heyvandarlıq məhsullarına (ət, süd, yumurta və s.) radionuklidlərin daxil olmasını məhdudlaşdıran maneə kimi baxmaq olar. Belə məhdudlaşdırma ilk növbədə ^{60}Co , ^{90}Y , $^{103,106}\text{Ru}$, $^{141,144}\text{Ce}$, ^{238}U kimi radionuklidlərin zəif sorulması (hopması) ilə əlaqədardır. Lakin göstərilənlərdən fərqli olaraq radionuklidlərin böyük bir qrupu, məsələn, ^3H , ^{45}Ca , ^{65}Zn , ^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs və b. Mədə-bağırsaq traktında yaxşı sorulur. Bu proses təkcə radionuklidlərin fiziki-kimyəvi xassələri ilə deyil, həm də heyvanların formasından və yaşından asılıdır. Belə ki, cavan yaşlılarda sorulma yaşlılara nisbətən güclü gedir. Radionuklidlərin orqanizmdə yayılması həm də orqanizmdən çıxması tipi bir sıra faktorlardan asılıdır (cədvəl 11.1)

Radioloji baxımdan ^{90}Sr və ^{137}Cs sutka ərzində yemlə 11 südə uyğun olaraq 0,1...0,2 və 0,5...1,5%, 1kq ətə uyğun olaraq 0,04 və 8% daxil olur.

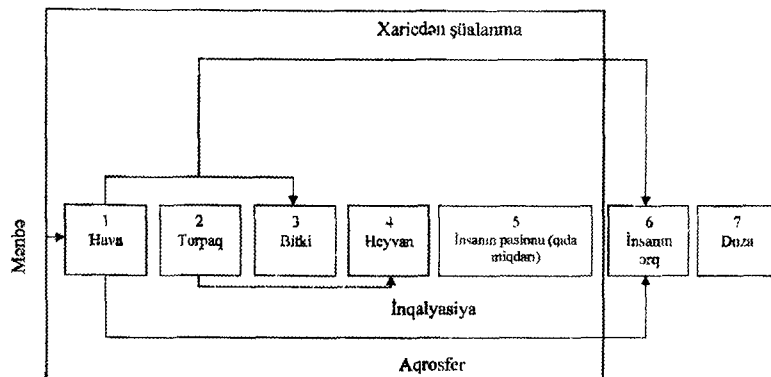
Əgər çəmən-otlaq sahəsinə düşən qarışıqın tərkibində ^{131}I

olarsa, o zaman o, insan üçün radiasiya təhlükəsinin başlıca mənbəyi olar, belə ki, bu radionuklid südə tez keçərək (sutka ərzində yemlə 11 südə 1% keçir) sonra insanın qalxanvarı vəzinə daxil olur. Radionuklidlərlə çirklənmiş otlaqla mal-qaranın otarıldığı zaman (xüsusi ilə az məhsuldar sahədə) heyvanların torpaq hissəciklərinin udması radionuklidlərin heyvandarlıq məhsuldarlığına keçmə mənbəyi ola bilər.

Cədvəl 13.1

Kənd təsərrüfatı heyvanlarının orqanizmində radionuklidlərin yayılması tipi

Yayılma tipi	Radionuklid
Bərabər	Qələvi elementləri radionuklidləri (^3H , ^7Li , ^{22}Na , ^{40}K , ^{86}Rb , $^{134,133}\text{Cs}$)
Skelet	Qələvi-torpaq elementləri radionuklidləri (^7Be , ^{45}Ca , $^{89,90}\text{Sr}$, ^{140}Ba , ^{48}V , ^{74}Se , ^{76}As , ^{145}Sb , ^{238}U)
Qaraciyər	^{48}V , ^{74}Se , ^{76}As , ^{145}Sb , ^{238}U
Tireotrop	^{131}I , ^{211}At



Şəkil 13.1. Ətraf mühitdə radionuklidlərin nəqlinin blok modeli

Radionuklidlərin radioaktiv maddələr düşdüyü yerdən insan orqanizminə daxil olması və daha mühüm qida zənciri üzrə hərəkətinin (keçməsi) təsviri BMT-nin Elmi Komitəsi tərəfindən istifadə olunan atom radiasiyasının təsirini əks etdirən modelin nümunəsi 13.1 şəklində göstərilir.

Aqrosferdə radionuklidlərin miqrasiyasının ayrı-ayrı bloklarından kənd təsərrüfatı zənciri üzrə onların hərəkətinin spesifik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq belə modelin altı qrupunu ayırmaq olar:

1. Torpaqda radionuklidlərin miqrasiyası modeli;
2. Kənd təsərrüfatı bitkilərinin səpinlərinin aeral radioaktiv çirklənmə modeli;
3. Torpaq-bitki sistemində radionuklidlərin miqrasiyası modeli;
4. Kənd təsərrüfatı heyvanlarının orqanizmində radionuklidlərin miqrasiyası modeli;
5. Qida zəncirləri üzrə radionuklidlərin miqrasiyası modeli;
6. Aqrosferdə radionuklidlərin miqrasiyası modeli (lokal, region və qlobal miqyasda).

Qeyd etmək lazımdır ki, bu və ya digər regionun torpaq-bitki örtüyünün özünəməxsus biogeokimyəvi şəraiti bəzi hallarda orada bitişik (qonşu) ərazilərə nisbətən kənd təsərrüfatı zənciri üzrə radionuklidlərin daha intensiv miqrasiyasını təmin edir. Belə regionlar biogeokimyəvi *anomaliya regionu* adlandırılır.

Ukrayna və Belorusiya polesyesi rayonlarını belə anomaliyaya nümunə göstərmək olar. Bu regionlarda yüngül qranulometrik tərkibli (qumlu və qumluca) az məhsuldar çimli-podzol və torflu torpaqların yayılması ^{90}Sr və ^{137}Cs radionuklidlərinin mütəhərilliyi humus, kalsium və digər mübadilə əsasları ilə zəngin olan ağır mexaniki tərkibə malik torpaqlara nisbətən yüksəkdir.

Çəmən-otlaq sahələrinə “qaynar” radioloji landşaft kimi

baxmaq olar. Radionuklidlərin cəmənin bitkiliyində özünəməxsus yayılması cəməndə yarımparçalanmış bitki qalıqlarından ibarət çim qatının mövcudluğu ilə təyin olunur. Belə spesifik “anbarda” cəmənin sahəsinə daxil olan radionuklidlər radioaktiv maddələr düşdükdən sonra uzun müddət qalaraq bitki üçün asan mənimsənilir, belə ki, cəməndə ^{90}Sr və ^{137}Cs şum edilmiş torpağa nisbətən yüksək dərəcədə əlverişli olur. ^{137}Cs -nin bitkiyə daxil olması cəmənin sahəsində və torpaq tipindən asılıdır.

Suvarma əkinçiliyi şəraitində suvarma suyu-torpaq-bitki sistemində radionuklidlərin miqrasiyası güclənir. Yağışyağdırma zamanı radionuklidlərin bitkiyə keçməsi xüsusilə intensivləşir.

Dəmyə şəraitində radionuklidlərin torpaqdan bitkiyə daxil olması müəyyən qədər ləng baş verir. Belə ki, öz axını ilə, şırımlı suvarma zamanı da radionuklidlərin bitkiyə daxil olması dəmyə şəraitinə nisbətən intensiv keçir.

Yağışyağdırmada radionuklidlər torpağı görmədən birbaşa bitkinin torpaqüstü səthinə düşür. Təcrübələr göstərmişdi ki, yağışyağdırma zamanı ^{90}Sr payızlıq buğdanın dənində dəmyə şəraitinə nisbətən 17...83 dəfə çox olmuşdur. Yağışyağdırma şəraitində süni radionuklidlərin, həmçinin təbii ağır radionuklidlərin bitki tərəfindən toplanması dəmyə əkinçiliyi ilə müqayisədə daha güclü olmuşdur.

Beləliklə, ekoloji təmiz kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalı zamanı dəmyə əkinçiliyinin genişləndirilməsinə xüsusi fikir verilməlidir.

13.5. Radiasiya çirklənməsinin kənd təsərrüfatı bitkilərinə və heyvanlarına təsiri

İonlaşmış şüalanmanın bitkiyə təsiri. Radioloji mühit vəziyyətində olan əksəriyyət bitkilər eyni zamanda xarici (bitkidən kənarda yerləşən şüalanma mənbəyindən) və daxili (toxumların tərkibində olan radionuklidlərdən) şüalanmaya məruz qalır.

Praktiki olaraq bitkinin mürəkkəb orqanizmində ionlaşma radiasiyanın ilkin reaksiyası canlı hüceyrələrin bütün komponentlərinə daxil olan bioloji aktiv molekulların təsirindən başlayır.

Bitkilər şüalanmaya həssaslığına görə xromosomlarının ölçülərindən asılı olaraq, müxtəlif həssaslıq nümayiş etdirirlər. Belə ki, iri xromosomlu bitkilər kiçik xromosomlu bitkilərə nisbətən şüalanmaya daha həssasdır. Bitki radiorezistentliyinin belə asılılığı (xromosomun ölçüsü) bütün bitki aləmi üçün universal sayılmır. Bu, yalnız filogenetik yaxınlığı ilə səciy-yə-lənən radiotaksonlar – bitki növləri hüddudunda gözlənilir.

Şüalanma ilə təmasda olan bitkilərdə bioloji proseslər bölünən və xüsusi hüceyrələrdə gedən bir sıra reaksiyalarla bağlıdır. Ali bitkilərin fərqləndirici cəhəti (məsələn, onurğalı heyvanlarla müqayisədə) onda orqanogenezin embrional dövrlə məhdudlaşmaması bütün həyatı boyu getmişdir (keçməsidir). Bu yəqin ki, bitkilərdə bütün ontogenezi ərzində hüceyrələrin bölünməsi qabiliyyətini saxlayan embrional hüceyrələrin – meristemin olması ilə əlaqədardır. Meristemin radiohəssaslığı fərdi olub xüsusi toxumalara nisbətən on və yüz dəfələrlə yüksəkdir.

Bitkidə radiasiya dəyişikliyi hüceyrə səviyyəsində sitogenetik zədələnmə şəklində təzahür edilir. Bu səviyyədə şüalanmanın təsiri altında gedən dəyişikliklər sonralar bütün orqanizm və fitosenoz səviyyəsində təzahür edilir. Şüalananan fitosenozda daha çox radiohəssas bitki növləri sıradan çıxır, vahid sahədə bitkilərin sayı və fitokütlənin ehtiyacı dəyişir, normal suksesiya prosesləri pozulur.

Dozasından asılı olaraq, ionlaşan şüalanmanın təsirinə qarşı bitkilərin cavab reaksiyası müxtəlifdir. Radiobiologiyada udulmuş şüaların dozası qreya ($1\text{Qr}=1\text{C/kq}$), ekspozisiya dozası ilə rentgenlə ($1\text{R}=2,58\cdot 10^{-4}\text{Kl/kq}$) ölçülməsi qəbul edilmişdir. Şüalanmanın bioloji effekti ionlaşdırıcı şüaların təsirinin intensivliyindən – dozanın gücündən (məsələn, Qr/dəq. ilə

ölçülən) asılıdır. İonlaşdırıcı şüalanmanın nisbətən aşağı doza (5...10 Qr – toxumlar üçün və 1...5 Qr – vegetasiya keçilən bitkilər üçün) arasında təsiri zamanı bitkinin böyümə və inkişafı sürətlənir. Bu hadisə *radiostimulyasiya* adlanır (cədvəl 13.2)

Cədvəl 13.2

Bəzi kənd təsərrüfatı bitkilərinin toxumlarının stimullaşdırıcı şüalanma dozası

Bitki növü	Stimullaşdırıcı doza, Qr	Bitki növü	Stimullaşdırıcı doza, Qr
Noxud	3...10	Xiyar	3...40
Qarğıdalı	5...10	Lüpin	40...160
Çovdar	10	Yerkökü	20...40
Buğda	25	Kətan	20
Yemiş	40	Kələm	2,5...80
Pomidor	2,5...10	Yonca	5...40
Pambiq	5...10	Turp	10

Vegetasiya dövründə olan bitkilərə, eləcə də, toxumlara ionlaşdırıcı şüalanmanın bioloji təsiri letal (öldürücü) və yarımletal ölçü dozaları ilə - (LD_{100} və LD_{50}) qiymətləndirilməsi qəbul edilmişdir. əksəriyyət kənd təsərrüfatı bitkilərində məhv olmağa səbəb olan şüalanma dozası 50-70% olduqda məhsuldarlığın itməsinə səbəb olur. Odur ki, şüalanma zamanı məhsuldarlığın itirilməsinə qarşı bitkinin davamlığını səciyyələndirmək üçün SD_{50} parametrindən istifadə edilir, məhsuldarlığın 50% azalmasına səbəb olan dozaya uyğun gəlir. (cədvəl 13.3)

LD_{50} və SD_{50} eyni bitki növü 10 dəfə və daha çox fərqlənə bilər.

Cədvəl 13.3

Vegetasiya keçirən bitkilərin kəskin γ -şüalanması zamanı taxıl bitkiləri üçün orta SD_{50} (Filipas və b.1992)

Şüalanma zamanı bitkinin inkişaf fazası	Payızlıq buğda	Yazlıq buğda	Payızlıq çovdar	Yazlıq çovdar	Yazlıq və payızlıq arpa	Vələmir	Çeltik
Cücərti	50	60	35	35	30	45	-
Koillaşma	2	35	30	20	20	30	-
Borucuğa çıxış	8	13	4	4	8	16	75
Sünbülləmə	25	24	20	15	12	10	160
Çiçəkləmə	32	40	35	35	30	35	-

Kənd təsərrüfatı heyvanlarına ionlaşdırıcı şüalanmanın təsiri. Heyvanların xarici (kənar) şüalanması mənbəyi ətraf mühitin müxtəlif komponentlərində yayılan radionuklidlər, daxili şüalanmanın mənbəyi isə heyvan orqanizmində yem və su ilə (paralel yol), hava ilə (inqalyasiya mənbəyi) və dəri örtüyü (perkussiya yolu) vasitəsilə daxil olub toplanan radionuklidlərdir.

Xarici şüalanmanın heyvanlara təsiri şüalanmanın növündən asılıdır. Belə ki, α və β şüalanması xaricdən təsir etdikdə böyük təhlükə hesab olunmur, belə ki, bu zaman, əsasən, dərinin səthinə təsir göstərir, γ - və neytron şüalanması isə yüksək daxil olma (yayılma) qabiliyyətinə malik olub, heyvanların ümumi şüalanmasına səbəb olur. İonlaşdırıcı şüalanmanın bioloji təsirinin əsas qiymətləndirmə meyarı heyvanların ölümü sayılır, bununla əlaqədar birdəfəlik şüalanmanın letal (öldürücü) və yarımletal dozası anlayışından istifadə olunur. Yarımletal doza $LD_{50/30}$ şüalanmadan sonra birinci 30 gün ərzində heyvanların 50%-nin ölümünə səbəb olub minimal doza,

LD_{100/30} isə, letal doza olub həmin müddət ərzində bütün heyvanların 100% tələf olmasına səbəb olur.

Məhsuldar heyvanlara birdəfəlik xarici kəskin təsir (3...3,5 Qr dozasında) heyvanların ölümünə səbəb olmur, 7...8 Qr dozada isə bütün heyvanlar qırılır. İonlaşdırılmış şüalanmanın təsir xarakterindən asılı olaraq (kəskin və ya uzunmüddətli) nisbətən yüksək uçucu dozalarda heyvanlarda şüa xəstəliyi başlayır. Kənd təsərrüfatı heyvanlarında ağırlıq dərəcəsinə görə 4 kəskin şüa xəstəliyi forması ayrılır: yüngül (doza 1,5...2Qr), orta (2,6...4Qr), ağır (4...6Qr) və çox ağır (6Qr-dan yüksək).

Radioloji baxımdan kənd təsərrüfatı heyvanlarının radio-nuklidlərdən olan mühitdə radiasiya ilə zədələnməsi daha çox maraq doğurur. Belə şəraitdə kənd təsərrüfatı heyvanları çoxlu miqdarda ionlaşdırıcı şüalanma mənbələri olan şüalanma sahəsinə düşür (otlaqlarda, fermer tikililərində olan radionuklidlərdən xarici şüalanma; yem qəbulu zamanı yemlə, tənəffüs zamanı tozla daxil olub heyvanların bədənində toplanan radionuklidlərlə daxili şüalanma). Müxtəlif radio nuklidlər müxtəlif orqanlarda və toxumalarda toplanı bilər, bu heyvan bədəninin həmin hissəsinin yüksək şüalanmasına səbəb olur.



Şəkil 132



Şəkil 13.3. Radiasiya çirklənməsinə məruz qalmış ərazilərdə kənd təsərrüfatı heyvanlarında müşahidə olunan anomal mutasiyalar.



Şəkil 13.4. Radiasiya çirklənməsinin fəsadları

Belə ki, ^{131}I qalxanvari vəzdə toplanır, əgər radioaktiv maddələrlə çirklənmiş çirkləndirici qarışıqda bu radionuklid olarsa, qalxanvari vəz radiasiya ilə zədələnir. Çernobl AES-in qəzası zamanı heyvanların şüa zədələnməsi, qismən qalxanvari vəzdə ^{131}I nuklidinin intensiv toplanması ilə bağlıdır.

Kənd təsərrüfatı heyvanlarının radiasiyadan zədələnməsi ətraf mühitdə radionulidlərdən çox olması ilə başlanır, radionulidlər YVK-nı keçdikdə qida məhsulları yararsız hala düşmüş sayılır. Çernobl AES-in qəza zonasında radionulidlərlə güclü çirklənmə nəticəsində zədələnmə ekosistem və orqanizm səviyyəsində başlamış, kənd təsərrüfatının əsas məhsul növlərində (süd, ət, taxıl) ^{137}Cs -nin miqdarı yolverilən səviyyəni keçmişdir.

13.6. Agroekosistemlərdə radiasiya monitorinqi və onun aparılma prinsipləri

Ekoloji monitorinq. Monitorinq (latınca—"monitor" –xatırladan nəzarət edən) dedikdə ətraf mühitin müşahidə, qiymət və proqnozu sistemi nəzərdə tutulur. Monitorinqin əsas və mühüm prinsipi fasiləsiz izləmədir.

Ekoloji problemlərin həlli yolları, ekoloji təhlükəsizlik və sabit inkişaf strategiyası hələ də qeyri-müəyyən olaraq qalır.

Qlobal ekoloji vəziyyətin qiyməti indiyə qədər optimist - qiymətlərdən ("ehtimal olunan ekoloji böhranın qarşısını almaq lazımdır) mülayim pessimist ("planet böhranın astanasındadır") ən pessimist (regional səviyyələrdə söhbət artıq "sərt ekoloji böhrandan" gedir) qiymətlərə qədər dəyişir.

Monitorinq dövlətin həyata keçirdiyi ekoloji nəzarətin ən vacib hissəsidir. Ekoloji monitorinqin əsas məqsədi biosferin vəziyyətinin müşahidəsi, onun vəziyyətinin proqnozu və qiymətləndirilməsi, ətraf mühitə antropogen təsirin dərəcəsinin müəyyən edilməsi, təsir amillərinin və mənbələrinin aşkar edilməsidir. Lakin monitorinqin təkcə faktların izlənməsi və qiy-

mətləndirilməsi deyil, həm də təcrübi modelləşdirmə, ətraf təbii mühitin vəziyyətinin idarə edilməsi sahəsində proqnoz və tövsiyələrdir. Son nəticədə monitorinqin məqsədi insanın təbiətlə münasibətlərinin optimistləşdirilməsi təsərrüfat fəaliyyətinin ekoloji yönümlüdür.

Ətraf mühitin yerüstü monitorinq sistemi. Ərazi əhatəsinə görə müasir monitorinqin üç pilləsini və ya blokunu fərqləndirirlər – lokal (bioekoloji, sanitar-gigiyenik), bölgəvi (geoekoloji və ya təbii-təsərrüfat) və qlobal (biosferli, fonlu). Monitorinqin digər növləri də seçilib ayrılı bilər: geobioloji, əhalinin sağlamlığı monitorinqi və s.

-kanserojen, mutagen və digər əlverişsiz xüsusiyyətlərə lokal vəziyyətdə aparılan bioekoloji (sanitar-gigiyenik) monitorinqin proqramına malik olan çirkləndirici maddələrin tərkibinin. Müxtəlif sahələrdə dəyişməsinin müşahidə olunması daxildir. Təbii ekosistemlər və insan üçün daha təhlükəli olan aşağıdakı çirkləndirici maddələr daimi müşahidələrə məruz qalır:

-səth sularında radionuklidlər, ağır metallar, pestisidlər, benzopiren, minerallaşmalar, azot, neft məhsulları, fenollar, fosfor və s.

- atmosferdə karbon, azot oksidləri, kükürd-4-oksit, aerosollar, bohidrogenlər və s

- biotda ağır metallar, radionuklidlər, pestisidlər və s.

Radiasiya, səs, vibrasiya, elektromaqnit sahələri və s. kimi zərərli fiziki təsirləri çox ciddi tədqiq edirlər.

Ekoloji müşahidə məntəqələrinin əhalinin cəmləşdiyi yerlərdə və intensiv fəaliyyət rayonunda elə hesablama ilə yerləşdirirlər ki, onlar insanın ətraf mühitin təbii və süni komponentləri ilə əsas əlaqə xətlərinə nəzarət edə bilsin. Bu, sənaye-enerji mərkəzlərinin, atom elektrik stansiyalarının neft mədənlərinin və s.-nin ərazisi ola bilər. Bioekoloji (sanitar-gigiyenik) monitorinqin tərkibində biosferin mutagenlərlə çirklənməsi nəticələrinin dinamikasının və insan populyasiyalarında ana-dəngəlmə qüsurların artmasının müşahidələrinə xüsusi fikir

verilir. Onların ekoloji təhlükəsini yenidən qiymətləndirmək çətinidir, çünki D.R. Nikitinin və Y.V. Novikovun (1980) qeyd etdikləri kimi, "mutagenlər canlı materiyanın təkamülünün yaratdığı ən qiymətli şeyi-insanın genetik proqramını, eləcə də biosferdə olan bütün heyvan, bitki, bakteriya və virus növlərinin populyasiyalarının genofondunu zədələyir".

Ekoloji monitorinqin iki tərkib hissəsini ayırırlar: biotik və abiotik.

Ekoloji monitorinq sistemində bioloji monitorinq canlı orqanizmlərin köməyi ilə ətraf təbii mühitin vəziyyətinə nəzarətdir və əsas metodu biotada antropogen amillərin yaratdığı hər hansı bir dəyişkənliyin qeydə alınmasından ibarət olan bioinduksiya. Bioloji monitorinqdə təkcə bioloji metodlardan yox, həm də hər hansı bir metoddan, məsələn, canlı orqanizmlərdə çirkləndirici maddələrin tərkibinin təhlilindən istifadə oluna bilər. Lokal səviyyədə ətraf təbii mühitin çirklənməsi vəziyyətinin monitorinq sisteminin vəzifəsi *"tullantılar sahəsi - toplantılar sahəsi"* modellərinin göstəricilərinin müəyyən olunması, eləcə də müvafiq orqanların məlumatlandırılması məqsədilə faktiki tullantılara nəzarətdir. Lokal səviyyədə təsir obyektii insandır. Antropogen mənşəli çirkləndirici maddələr ətraf mühitə düşərkən səpələnir, biosferdə maddələr dövriyyəsinə düşür və nəticə olaraq dəyişkənliklərə - *ekzogen suksessiyalara* səbəb olur. Ətraf təbii mühitin keyfiyyət meyarları geniş səviyyədə daha dəqiq müəyyən olunur. Burada nizamlanmanın məqsədi - antropogen mənşəli müəyyən prioritetli çirkləndirici maddələr toplantısını özünə görə standart olan hüdudundan kənara; çıxarmayan strategiyanın təmin edilməsidir. O, yol verilən son hədd toplantıların qiymətləridir.

Bölgə miqyasında keçirilən hər hansı bir təsərrüfat tədbiri. Bölgəvi fonda özünü göstərir abiotik və biotik komponentlərin tarazlıq; vəziyyətini dəyişdirir. Belə ki, məsələn, bitki örtüyünün, ilk : bədən meşələrin vəziyyəti bölgənin (və global miqyasda Yer) iqlim şəraitinə əsaslı surətdə təsir göstərir. Bölgəvi

(geosistem) səviyyədə iri təbii-ərazi komplekslərinin (çayların növləri, meşə ekosistemi aqroekosistemlər və s.) ekosistemlərinin vəziyyətini müşahidə edirlər. *Trofik əlaqələri və onların pozulmasını, konkret fəaliyyət növlərində təbii ekosistemlərin ehtiyatlarından istifadə imkanlarını öyrənir, bu bölgələrdə ətraf təbii mühitə antropogen təsirlərin xarakterini və miqdar göstəricilərini təhlil edirlər.* Məsələn, hər hansı bir bölgə daxilində nəslilə kəsilməyən heyvan növlərinin populyasiya vəziyyətinə nəzarət edirlər.

Ekoloji monitorinqin əsas vəzifələri və problemləri. Ekoloji monitorinqin problemləri global səviyyədə xüsusilə mürəkkəbdir. Hər şeydən əvvəl, lokal və bölgəvi səviyyələrdə monitorinq bir qayda olaraq dövlətin daxili vəzifələridir, halbuki global monitorinq - bütün dünya birliyinin vəzifəsidir və bəşəriyyətin mənafeyinə cavab verir. *Müşahidələri təmin etmək, bütövlükdə biosferdə mümkün olan dəyişkənliklərin proqnoz və nəzarəti global monitorinqin vəzifəsidir.* Onu fon və ya biosferli də adlandırırlar. Global monitorinqin obyektləri atmosfer, hidrosfer, bütövlükdə bütün bəşəriyyətin həyat mühiti kimi bitki və heyvan aləmidir. Ətraf təbii mühitin global monitorinqinin işlənilməsi hazırlanması və əlaqələndirilməsi YUNEP-in (BMT-nin orqanı) və Ümumdünya meteoroloji təşkilatının çərçivəsində həyata keçirilir, Bu proqramın əsas məsələləri aşağıdakılardır:

- insan sağlamlığına təhlükə haqqında genişləndirilmiş xəbərdarlıq sisteminin təşkili;
- atmosferin global çirklənməsinin iqlimə təsirinin qiymətləndirilməsi
- bioloji sistemlərdə, xüsusilə qida zəncirlərində çirklənmələrin bölünməsinin və miqdarının qiymətləndirilməsi;
- kənd təsərrüfatı fəaliyyəti nəticəsində yaranan böhranlı problemlərin qiymətləndirilməsi;
- ətraf mühitin təsirinə yerüstü ekosistemlərin reaksiyasının qiymətləndirilməsi;

- okeanın çirklənməsinin və ya çirklənmənin dəniz ekosistemlərinə təsirinin qiymətləndirilməsi;

- beynəlxalq miqyasda təbii fəlakətlər haqqında xəbərdarlıq sistemlərinin yaradılması.

Qlobal monitoring proqramı üzrə işlər yerinə yetirilən zaman təbii

Mühitin vəziyyətinin kosmosdan müşahidə olunmasına xüsusi fikir verilir. Kosmik monitoring həm bölgəvi, həm də qlobal səviyyədə ekosistemlərin funksiyası haqqında nadir məlumat almağa imkan verir. Monitoringin digər növləri ilə müqayisədə kosmik monitoring bir sıra praktiki üstünlüklərə malikdir. Q.İ.Marçukin (1990) məlumatlarına görə kosmik monitoringin köməyi ilə Yerin böyük ərazilərindən təbii mühit haqqında canlı surətdə informasiya almaq mümkündür ki, bu da daşqın, qasırğa və digər təbii fəlakətlər zamanı çox vacibdir. İnkişaf etmiş ölkələrdə kosmik monitoringin bütün pillələri *üzrə-lokal, bölgəvi və qlobal çoxşəbəkəli ümumdövlət müşahidə xidməti* fəaliyyət göstərir. Monitoringin hər üç səviyyəsində aparılan müşahidələrin nəticələrini ümumiləşdirərək ölkənin müxtəlif bölgələrində antropogen və təbii proseslərin obyektiv mənzərəsini əldə edirlər. Bu məqsədlə çoxsaylı stansiyalarda, stasionar məntəqələrdə, kimyəvi laboratoriyalarda, təyyarələrdə, kosmik aparatlarda atmosferin, suyun, torpağın, dib çöküntülərinin, yerətrafi səmanın çirklənməsini müşahidə edir, torpaqların, torpağın mineral-xammal ehtiyatlarının, heyvan və bitki aləminin və s. vəziyyətinin *"izlənməsini"* təşkil edirlər.

Müşahidə xidmətinin səmərəliliyini əsaslı surətdə yüksəltmək məqsədilə inkişaf etmiş ölkələrdə ekoloji monitoringin vahid dövlət sistemi (EMVDS) tətbiq olunur. Onun əsas vəzifələri ekoloji şəraiti xarakterizə edən məlumatların xüsusi banklarının tətbiqi, onların beynəlxalq ekoloji-məlumat sistemləri ilə harmoniyası, eləcə də obyektlərin vəziyyətinin və onlara antropogen təsirlərin qiyməti və proqnozu, ətraf təbii mühitin vəziyyətinin dəyişməsinə insan sağlamlığının və ekosistemlərin

cavab reaksiyasıdır. Monitoring sistemində ətraf mühit dəyişkənliyinin proqramlaşdırılması və müvafiq qərarlar qəbul edilməsi üzrə məsələləri elektron hesablama maşınlarında riyazi modelləşdirmənin köməyi ilə həll edirlər.

EMVDS hal-hazırda Azərbaycan Respublikasında fəaliyyət göstərən monitoring sistemlərinin əsasında yaradılır və dövlət monitoringinin aparılması Ekologiya və Təbii Sərvətlər nazirliyinin vəzifəsidir ki, o da icra hakimiyyətinin təbii ehtiyatların öyrənilməsi, istifadə olunması və mühafizəsi sahəsində dövlət siyasətini həyata keçirən dövlət orqanıdır.

Monitoringin avtomatlaşdırılmış informasiya sistemində (AİS) daxil olan daimi dinamiki fəaliyyət göstərən modeldən (DFM) istifadə olunur. DFM-in xüsusiyyəti dövrü fəaliyyətdir: AİS-ə yeni məlumatlar daxil olduqca onlar DFM-ə yüklənir və model üzərində modelləşdirilən sistemin inkişaf variantı "ifa edilir", sonra isə son təlimatlar zamanı silsilə artıq əvvəlki inkişaf variantı nəzərə alın-maqla təkrar edilir. Buradan DFM-nin çox vacib xüsusiyyəti aydın olur: *monitorinq sistemi nə qədər çox fəaliyyət göstərsə, informasiya bir o qədər dolğun, model isə modelləşdirilən obyektə daha yaxın olur.*

Ətraf mühit monitoringinin qlobal sisteminin (ƏMMQS) yaradılması ideyası 1972-ci ildə BMT-mn ətraf mühitə dair birinci konfransında (Stokholm) irəli sürülmüşdür. ƏMMQS-in real əsasları 1974-cü ildə Nayrobidə (Keniya) xüsusi görüşdə qoyulmuşdur ki, burada da BMT üzvlərinin-agentlik və dövlətlərin rəhbərliyi təşkil edilmişdir.

Yaxşı məlumdur ki, vaxt ötdükcə iqlimin, havanın, temperaturun, təzyiqin təbii dəyişkənlikləri, heyvan və bitki biokütləsinin mövsümi dəyişkənlikləri baş verir. Təbii dəyişkənliklər ləng baş verir və onları müxtəlif geofiziki, meteoroloji, hidroloji, seysmik və digər xidmətlər qeydə alır. Antropogen dəyişkənliklər daha sürətlə inkişaf edir, onların nəticələri çox təhlükəlidir, belə ki, onlar dönməz ola bilər. Onların müəyyən edilməsi üçün ətraf mühit obyektinin ilkin vəziyyəti barədə məlu-

mat almaq lazımdır. Əgər belə bir məlumatı almaq mümkün deyilsə, antropogen təsir başlanana qədər buzlaqların, su obyektlərində dib çöküntülərinin tərkibinin müşahidə edilməsi əsasında bu informasiyanı qurmaq olar.

Bu xüsusiyyətlər qlobal monitorinqin digər adının – fon monitorinqinin və ya ətraf təbii mühitin fon çirklənməsinin monitorinqinin səlahiyyətini müəyyən edir. Hal-hazırda fon monitorinqi stansiyalarının dünya şəbəkəsi (Ümumdünya Metereologiya təşkilatının fəaliyyəti çərçivəsində) yaradılmışdır ki, burada da ətraf təbii mühitin müəyyən göstəricilərinin izlənməsi həyata keçirilir. Müşahidələr su (dəniz və şirin su) və yerüstü (meşə, çöl, səhra, yüksək dağ) ekosistemlərinin bütün növlərini əhatə edir. Bu iş BMT-nin ətraf mühit üzrə Proqramı əsasında həyata keçirilir və YUNESKO tərəfindən əlaqələndirilir. ABŞ-dakı Environmental Observation Sistem (EOS) qlobal monitorinq proqramının nümunəsi ola bilər. EOS Proqramı 1995-ci ildən başlanılmaqla 15 il üçün nəzərdə tutulmuş və hər şeyi əhatə edən məlumat sistemi kimi planlaşdırılmışdır ki, onun da məlumatlarının təhlili Yerin "atmosfer-hidrosfer-kriosfer-biosfer" təbii kompleksi kimi fəaliyyətini başa düşməyə, onun dəyişkənlik həddlərini aşkar etməyə, gələcək təkamülün istiqamətlərini qiymətləndirməyə imkan verəcəkdir. Beləliklə, qlobal miqyasda ətraf mühitin monitorinqinin vəzifələri çox meyarlıdır. Belə vəzifələrdən biri - Yer, o cümlədən Yerin biosferinə yol verilən təsirlərin qiymətlərinin müəyyən olunmasıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, kənd təsərrüfatı istehsal sferinin monitorinqi – insan kənd təsərrüfatı fəaliyyəti obyektinə və məhsulları olan təbiətin komponentlərinin və biota elementlərinin radioaktiv çirklənməsi üzrə fasiləsiz müşahidə (ölçü) və proqnozu sistemidir.

Normal radiasiya vəziyyətində həlledici əhəmiyyət aqroistehsalat kompleksinin (AİK) radiasiya monitorinqinin gigiyena aspekti sayılır, yəni insanın qida rasionunda istifadə olunan

bitkiçilik və heyvandarlıq məhsullarında radionuklidlərin toplanmasını təyin edən radioaktiv çirklənmənin səviyyəsi üzrə müşahidələr aparılır. İnsanın radiasiya təhlükəsizliyini təmin etmək üçün kompleks aktiv mühafizə metodları işlənib hazırlanmışdır (əhəlinin köçürülməsi və çirklənmiş rayonda əhəlinin yerləşməsinin nizamlanması, çirklənmiş məhsullardan istifadə edilməsinin daima və ya müvəqqəti qadağan olunması, mühafizə qurğularından istifadə, geyim və bədənə fəallığını azaltmaq (dezaktivizasiya) və s.).

Radioaktiv çirklənməyə məruz qalan aqrosənaye istehsal sahələrinin xəritəsini təyin etməli, burada bir qayda olaraq, torpaq-bitki örtüyündə γ -şüalanmasının doza gücü və radionuklidlərin miqdarı göstərilir. Belə xəritələrin hazırlanması ətraf mühitin radiasiya monitorinqinin mühüm vəzifəsi sayılır.

Kənd təsərrüfatı sahələrinin radioaktiv çirklənməsinin miqyası və xarakteristikasının ən operativ və effektiv metodu yerdən və hava yollarından aparılan γ -çəkiliş hesab olunur. γ -çəkilişi zamanı sahəyə düşən γ -şüalanma dozasının miqdarını və radionuklid qarışığında olan β - və γ -şüalanmasının nisbəti nəzərə alınaraq aparılan ölçü əsasında aqrosənaye sferi (sahəsi) obyektində müxtəlif radionuklidlərin miqdarı hesablanır. Radiasiya monitorinqin sonrakı mərhələsi – kənd təsərrüfatı obyektlərindən (bitki, heyvandarlıq məhsulları və s.) nümunələr seçmək və onlarda radionuklidlərin miqdarını öyrənməkdir. Bu zaman həm radionuklidlərin konsentrasiyasının spektrometrik qiymətləndirilməsi metodundan, həm də, daha çətin radiokimyəvi metodlardan istifadə olunur. Bu zaman "böhranlı" radionuklidlərin miqdarının təyin edilməsinə xüsusi diqqət ayrılır, bu, daxili şüalanma üçün doza yaradan radionuklid tərkibli aqrosənaye məhsullarından istifadə olunması ilə əlaqədardır.

Müxtəlif radioloji xəritələrin də əsas doza yaradan qida məhsullarının (məs., süd) çirklənmə səviyyəsi və ya radioloji baxımdan daha çox rol oynayan nuklidlərin (^{90}Sr , ^{137}Cs) torpaqdan kənd təsərrüfatı məhsullarına keçid əmsalları (K_k)

göstərilir.

Radioloji standartlar qida məhsullarında radionuklidlərin yolverilən konsentrasiyası şəklində istifadə olunur (o, BK/kq-la ölçülür). Bu konsentrasiya təyin edildikdə radiobioloji (dozimetrik) göstəricilərdən – qida məhsullarından istifadə zamanı formalaşan bu konsentrasiyadakı radionuklidlərlə insanın şüalanması həddlərindən istifadə edilir. Beləliklə, aqrosferdə olan radionuklidlərlə insanın şüalanmasının məhdudlaşdırılması doza prinsipi ilə həyata keçirilir (şüalanma effekti onun dozasından asılıdır). Aqrosənaye kompleksində ciddi problemlər üç böyük radiasiya qəzasından sonra, ətraf mühitin və olduqca geniş ərazilərin, o cümlədən kənd təsərrüfatı sahələrinin radioaktiv maddələrin tullantıları ilə çirklənməsi zamanı yarandı (1957-ci ildə Uidskeylədə (Böyük Britaniya) reaktorda yanğın və Çernobl AES-də tarixdə dünya atom energetikasında ən böyük qəza).

Əgər radiasiya maddələri tullantıları müxtəlif yarımparçalanma dövrlərinə təsadüf edilən radionuklid qarışığından ibarətdirsə, o zaman qəzanın güclü dozalı ilk (kəskin) fazası səth üzərində maksimum ölçüyə çatır, bitkinin çirklənməsində areal yol (havadan) – radionuklidlərin birbaşa bitkinin səthinə düşməsi həll edici rol oynayır. Kəskin fazanın davamiyyəti tullantıdan sonra bir ilə qədər davam edir. Bitkinin radioaktiv çirklənmə dərəcəsi ilin qəza baş verən vaxtından asılıdır. Radionuklidlər yaz və yay dövründə (vegetasiya dövründə) düşərsə, bitki üzərində daha çox toplanır. İlk (kəskin) qəza fazasında kənd təsərrüfat heyvanlarının şüa zədələnməsi istisna edilmir, belə ki, udulan doza yüksək səviyyəyə (letal səviyyəyə) çata bilər. Qəzanın kəskin fazasında bəzi az ömürlü bioloji əhəmiyyətli radionuklidlər (xüsusilə I radionuklidləri, ilk növbədə ^{131}I) mühüm rol oynayır. I radionuklidlərinin tez bir vaxtda südə keçməsi, sonra isə heyvanların, həm də insanların qalxanvarı vəzdə toplanması radiasiya zədələnməsinə səbəb ola bilər. Təsadüfi deyil ki, qəzanın ilkin (kəskin) fazası “*yod təhlükəli*”

dövr sayılır.

Radiasiya qəzasının ikinci fazası aralıq faza adlanır, bu faza tullantıdan sonra 2-4 il əhatə edir. Bu faza üçün şüalanma dozasının gücünün aşağı düşməsi səciyyəvidir, odur ki, bitkinin çirklənməsində torpaq tərəfindən udulmuş radionuklidlər əsas rol oynamağa başlayır. Aqrosferdə radioloji vəziyyət sabitləşməyə başlayır.

Qəza çirklənməsindən 4-5 il keçdikdən sonra *uzaq (uzaqlaşmış) faza* başlayır, bu zaman bitkiçilik və heyvandarlıq məhsullarının radioaktiv çirklənməsi uzun ömürlü radionuklidlərlə (^{90}Sr və ^{137}Cs) təyin edilir. Ətraf mühitə atılmış ^{90}Sr və ^{137}Cs qarışığının çirklənmiş kənd təsərrüfatı sahələrində mövcudluğu onların burada olduqca uzun müddət ərzində (on illərdə) radiasiya təhlükəsinin qalacağını göstərir.

Radioaktiv çirklənməyə məruz qalan torpaqlarda aqrosənaye istehsalının aparılmasında kompleks mühafizə tədbirləri keçirilir. Məqsəd radioloji standartı cavab verən məhsul əldə etmək və radionuklid tərkibli qida maddələrini qəbul edən əhəlinin şüalanma dozasını minimuma endirməkdir. Aqrosənaye kompleksində əks tədbirin effektivliyi *radioloji göstəricilərlə* (kənd təsərrüfatı məhsulunda radionuklidlərin konsentrasiyasını aşağı salmaq üzrə), *radioloji meyarlarla* (radionuklid tərkibli kənd təsərrüfatı məhsulundan istifadəsi zamanı insanın şüalanma dozasını azaltmaq üzrə) və *radioloji-iqtisadi göstəricilərlə* (şüalanma dozasının aşağı salınmasının vahidinə iqtisadi xərc) qiymətləndirilir.

Aqroistehsalat kompleksində (AİK) radioaktiv maddələrlə çirklənmiş ərazilərdə mühafizə tədbirlərini iki qrupa ayırmaq olar: ənənəvi (adi) və xüsusi. Birinci qrup tədbirlərin tətbiqində eyni zamanda iki məqsədə çatılır: bir tərəfdən torpağın münbitliyini artırmaq, məhsuldarlığı yüksəltmək, bitkiçilik məhsullarının keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq və heyvandarlığın məhsuldarlığını artırmaq, digər tərəfdən isə aqrosənaye məhsullarında radionuklidlərin konsentrasiyasını aşağı salmaq. İkinci qrup

tətbiqində əks tədbir yalnız bir vəzifə-kənd təsərrüfatı məhsullarında radionuklidlərin konsentrasiyasının aşağı salmaq nəzərdə tutulur.

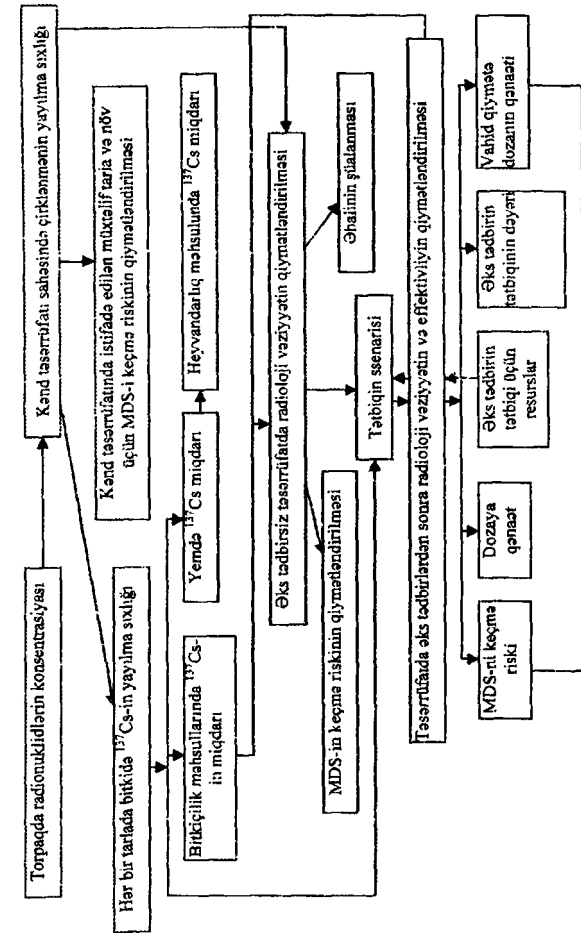
Əkinçilikdə çirklənmiş torpaqlarda adi mübarizə tədbiri – torpağın becərilməsi sayılır. Radionuklidlərin aerosol düşməsi ilə çirklənmiş torpaqlar başdan-başa şumlandıqda onlar şum qatında bərabər paylanır və kök sistemi ilə udulması nəticəsində bitkidə radionuklidlərin toplanması azalır. Münbit, ağır qranulmetik tərkibli torpaqlarda üst radionuklid tərkibli torpaq qatı 50 sm dərinliyə qədər şumlanmalıdır, bu, radionuklidlərin bitkiyə daxil olmasını azaldır.

Aqrokimyada radionuklidlərin konsentrasiyasını azaltmaq üçün mineral və üzvi gübrələrin verilməsi, həmçinin turş torpaqların əhənglənməsi mühüm üsul sayılır. Mineral gübrələr verildikdə və əhənglənmə aparıldıqda radionuklidlərin torpaqdan bitkiyə keçməsinin azalması bir neçə faktorun təsiri nəticəsində ola bilər: bitkinin qida rejiminin dəyişməsi (mineral elementlərin və radionuklidlərin mikroqarışıq kimi mənimsənilməsi); torpaqda gedən kimyəvi reaksiyalar nəticəsində bitki üçün radionuklidlərin əlverişliliyinin dəyişməsi.

Bitkiçilikdə radionuklidlərin kənd təsərrüfatı bitkilərinə daxil olmasının azaldılmasında minimum radionuklid toplayan bitki növ və sortlarının seçilməsi mühüm üsul hesab edilir. *Çəməncilikdə* və *yem* istehsalında radioekoloji göstəriciləri baxımından ən effektiv üsul (bitkidə radionuklidlərin miqdarının azaldılması) gübrələr verilməklə və əhənglənmə aparmaqla aşağı məhsuldar otların süni otlara çevrilməsidir. Çirklənmiş torpaqlarda becərilən bitki mühafizə sahəsində qida məhsullarında toksikantların miqdarının minimuma endirməyə təmin edən mühafizə məqsədi ilə istifadə olunan kimyəvi vasitələrin optimallaşdırılması mühüm rol oynayır.

Heyvandarlıqda heyvanların radioloji standartlara cavab verən məhsulların əldə edilməsini təmin edən səmərəli yemlənməsinə əsas diqqət yetirilir (kəsilməzdən əvvəl heyvanlara “tə-

miz” yem verilməsi, radionuklidlərin heyvanların yemində keçməsinə məhdudlaşdırıcı xüsusi əlavələrdən istifadə edilməsi, məsələn, süd və ətə ^{137}Cs -in konsentrasiyasını azaltmaq üçün ferrosianiddən, ^{90}Sr nuklidinin südə keçməsinə azaltmaq üçün kalsium preparatının tətbiq edilməsi).



Şəkil 13.5. Çirklənmiş ərazilərdə kənd təsərrüfatı istehsalının aparılması üzrə nəticələrin saxlanması sisteminin konseptual sxemi (Fesenko, 1997)

Baytarlıq təbabətində çirklənmiş ərazidə heyvanlarda şüa xəstəliyinin qarşısını almaq üçün kompleks tədbirlərdən istifadə olunur (radionuklidlərin heyvan orqanizminə daxil olmasını məhdudlaşdıraraq, daxili şüalanma dozasını aşağı salmaq və xarici şüalanma dozasını azaltmaq).

Aqroistehsalat kompleksinin emal (hazırlanma) sahələrində xammala nisbətən (qida) məhsullarında radionuklidlərin konsentrasiyasının aşağı salınmasının təmin edən bir sıra texnologiyalar yerinə yetirilir.

Kənd təsərrüfatı sahələri radiasiya çirklənməsinə güclü məruz qaldıqda radionuklidlərin miqdarına görə yararlı məhsul əldə etmək mümkün olmur, daha doğrusu, iqtisadi və radiasiya-gigiyena baxımından səmərəli sayılmır. Belə halda, insanın kənd təsərrüfatı fəaliyyəti tamamilə dayandırılmalıdır (məsələn, belə hal Çenobl AES-in 30 km-də olmuşdur).

13.5 sayılı şəkildə sxemlə radioloji vəziyyətin təhlili ilə çirklənmiş sahələrin təmizlənməsi ilə mümkün istifadə tədbirlərinin istiqamətinin təyini, həmçinin mühafizə tədbirinin modeləşdirilməsi nəzərdə tutulmuşdur. Nəticədə kompleks mübarizə tədbirlərini həyata keçirməklə, aqrosənaye istehsalının optimal təşkili ssenariləri işlənilib hazırlanır (Q.Ş.Məmmədov, M.Y. Xəlilov, S.Z. Məmmədova 2010).

FƏSİL XIV

AZƏRBAYCANDA RADİASIYA ÇİRLƏNMƏSİ İLƏ BAĞLI EKOLOJİ GƏRGİNLİK

14.1. Azərbaycan torpaqlarının radioaktiv maddələrlə çirklənməsi və onun səbəbləri

Torpaqların ekoloji problemlərindən bəhs edərkən eroziya ("torpaq xərçəngi"), səhrələşmə, şoranlaşma və s. bu kimi məsələlərlə yanaşı, onların sənaye müəssisələrin, eləcə də nəqliyyat vasitələrindən ətraf mühitə atılan texnogen çirkləndiricilərlə çirklənməsini də xüsusi vurğulamaq lazımdır,

Aparılan araşdırmalardan da məlum olduğu kimi, torpaq çirkləndiriciləri içərisində radionuklidlərin xüsusi rolu vardır. Onların təbiətdə miqdarının cüzi olmasına baxmayaraq, bu təhlükəli maddələrin canlı orqanizmlərin həyat fəaliyyətinə toksiki təsiri olduqca böyükdür.

Qeyd etmək lazımdır ki, bu və ya digər ərazilərdə radionuklidlərin təbii və ya süni formalarının toplanması, onların qida zənciri vasitəsilə torpaqdan bitki və heyvan orqanizmlərinə keçməsi və nəhayət insan bədənində toplanması ağır genetik və onkoloji xəstəliklərin yaranmasına və digər fəsadların törənməsinə gətirib çıxarır.

Araşdırmalardan belə məlum olur ki, torpaq örtüyü süni radionuklidlərin həmişə daxil olduğu ilkin həlqə deyildir. Adətən, ilkin həlqə rolunda atmosferin aşağı təbəqələri çıxış edir. Lakin yerüstü hava təbəqəsində təmizlənmə prosesləri intensiv getdiyindən radionuklidlər tez bir zamanda torpağa çökür. Radionuklidlərin torpağa daxil olması daşqınlarla və ya suvarma vasitəsilə də mümkündür. Lakin böyük udma qabiliyyətinə malik olan torpaqda radionuklidlərin toplanması onların sonrakı mərhələdə biosferdə dövrənini təmin edir.

Respublikamız ərazisində də radionuklidlərin təbii və süni

fonu mövcuddur. Güman etmək olar ki, XX əsrin ikinci yarısından etibarən, xüsusən də 40-50-ci illərdə bir sıra ölkələrdə, o cümlədən keçmiş SSRİ-də atmosfer də və yer səthində (Həştərxan vilayətində) nüvə sınaqlarının keçirilməsi, sonrakı onilliklərdə bir sıra qəza hadisələri (Çernobıl AES və s.) güclü hava axınlarının istiqamətində yerləşmiş Respublikamız ərazisində də radionuklidlərin artmasına gətirib çıxarmışdır. Azərbaycan da radioaktivliklə bağlı ekoloji gərginlik və onların aradan qaldırılması yollarının araşdırılması istiqamətində çoxlu elmi-tədqiqat işləri aparılır. Bu sahədə bir sıra ekoloq mütəxəssislərin və tədqiqatçıların apardığı araşdırmalara (M.Ə. Abdullayev, C.Ə. Əliyev, 1983) görə radionuklidlər Azərbaycan ərazisində müxtəlif dərəcədə paylanmışdır. Bu maddələrin Respublikamızın müxtəlif regionlarında artımına Çernobıl qəzasının daha böyük təsiri olmuşdur. Bunu stronsium -90 və sezium -137 maddələri ilə aparılmış tədqiqatların nəticələri də (M.Ə. Abdullayev, C.Ə. Əliyev, 1998) sübut edir (cədvəl 14.1).

Cədvəldən göründüyü kimi, ^{90}Sr və ^{137}Cs radionuklidlərinin Çernobıl qəzasından əvvəl və sonrakı artımı Respublikamızın ayrı-ayrı regionlarının təbii zonalarında müxtəlif olmuşdur. ^{90}Sr radionuklidinin artımı Lənkəran vilayətində daha kəskin şəkildə müşahidə edilmişdir. Belə ki, qəzadan əvvəl onun orta miqdarı 2,9 QB k/km², təəddüdü 1,6-3,9 QB k/km² olmuşdursa, qəzadan sonra bu göstəricilər artaraq 8,6 QB k/km² və 5,9-12,7 QB k/km²-ə çatmışdır. Artım Kür-Araz ovalığında, Böyük Qafqaz vilayətində, Naxçıvan MR və Kiçik Qafqazın quru bozqır zonasında da qeydə alınmışdır.

İstinad etdiyimiz tədqiqat işində sezium -137 radionuklidi radiokimyəvi üsulla təyin edildiyindən (Çernobıl qəzasından əvvəlki illərdə o qamma-spektrosetrik üsulla təyin edilmişdir) onun miqdarı stronsium-90 radionuklidlərinin miqdarında və qəzadan əvvəlki göstəricisindən xeyli azdır.

Cədvəl 14.1

Stronsium-90 və sezium -137 radionuklidlərinin Azərbaycanın bəzi torpaqlarında yayılması (surətdə - dəyişmələr, məxrəcə-orta) (M.A. Abdullayev, C.Ə. Əliyev, 1998)

Regionlar	Torpaqlar	^{90}Sr		^{137}Cs		$^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$	
		icvalə n apəzəb	əvvəl n sonra	icvalə n apəzəb	əvvəl n sonra	icvalə n apəzəb	əvvəl n sonra
Kiçik Qafqazın quru bozqır zonası	Şabalıdı (boz-qəhvəyi) və s.	2,1-4,7 3,3	2,5-5,7 3,9	3,9-7,2 6,3	1,4-4,1 3,1	1,4-2,25 1,80	0,56- 1,00 3,3
Kiçik Qafqazın dağlıq zonası	Dağ-çəmən, qəhvəyi, dağ-meşə və s.	1,4-5,7 3,3	-	5,6-10,1 7,9	-	1,6-4,64 2,36	-
Kür-Araz MR	Boz, boz-çəmən, çəmən, çəmən-bataqlı, şoranlar və s.	1,4-3,8 2,5	2,1-5,6 3,4	4,1-4,5 4,3	2,1-3,7 3,1	1,45- 2,92 2,18	0,63- 1,42 0,68
Naxçıvan MR	Boz, dağ-meşə, dağ-çəmən bozqır və s.	2,5-3,5 3,0	-	1,5-2,6 1,9	-	0,53-0,78 0,62	-
Lənkəran vilayəti	Yuyulmuş qəhvəyi, sarı podzolu, dağ çəmən, qonur dağ çəmən və s.	1,6-3,9 2,9	5,9-12,7 8,6	5,4-8,7 6,2	2,4-6,1 4,6	1,38- 3,75 2,13	0,41-0,62 0,48
Böyük Qafqaz vilayəti	Boz-qonur, yuyulmuş dağ qəhvəyi və s.	2,8-4,1 3,5	3,7-4,7 4,2	1,6-4,7 2,0	1,5-2,6 1,9	0,48-0,73 0,58	0,40-0,56 0,45

Onun göstəriciləri Kiçik Qafqazın quru bozqır zonasının şabalıdı torpaqlarında 3,1 QB k/km² (orta) və 1,4-4,1 QB k/km² (dəyişməsi), Kür-Araz ovalığında 3,1 QB k/km² (orta) və 2,1-3,7 QB k/km² (dəyişməsi), Lənkəran vilayətində 4,6 QB k/km² (orta) və 2,4-6,1 QB k/km² (dəyişməsi), Böyük Qafqaz vilayətində 1,9 QB k/km² (orta) və 1,5-2,6 QB k/km² (dəyişməsi) arasında olur.

Azərbaycan ərazisində ⁹⁰Sr və ¹³⁷Cs radionuklidlərinin torpaq və bitki örtüyündə miqdarı ilə ərazinin iqlim, orografik, hidroloji xüsusiyyətləri arasında asılılıq vardır.

Araşdırmalar göstərir ki, bu tip radionuklidlərlə yağıntıların miqdarı arasında sıx korrelyativ əlaqə mövcuddur. İllik yağıntıların miqdarının artması ilə bu maddələrin torpaqda artımı, Lənkəran və digər humid ərazilərdə radionuklidlərin artımını izah etməyə imkan verir. Eynilə ərazinin dəniz səviyyəsindən yüksəkliyinin artması ilə ⁹⁰Sr və ¹³⁷Cs radionuklidlərinin artması arasında sıx korrelyativ əlaqə vardır (C. Əliyev, 1988).

Azərbaycan ərazisində süni radionuklidlərlə yanaşı, təbii radionuklidlər də geniş yayılmışdır. Bu sahədə aparılan araşdırmalar (C.Əliyev, M.Abdullayev, 1998, Q.Ş.Məmmədov, 1998) göstərir ki, Azərbaycanın müxtəlif regionlarının iqlim, hidroqrafiya, orografik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq təbii radionuklidlərin paylanması qanunauyğunluq mövcuddur. Bunu aşağıdakı cədvəldən də görmək mümkündür (cədvəl 14.2).

Kiçik Qafqazın şabalıdı (boz-qəhvəyi) torpaqlarında uran-238 radionuklidinin miqdarı 1,4-2,8 Bk/q arasında dəyişir (orta göstərici 2,2 s Bk/q-dır). Bu radionuklidin minimal və maksimal miqdarları arasındakı fərq 2 dəfə təşkil edir. Şabalıdı (boz-qəhvəyi) gəli torpaqlarda bu radionuklidin çox miqdarda toplandığı müşahidə olunmuşdur. Regionun torpaqlarında radium-226 radionuklidinin orta qiyməti 1,3 s Bk/q olduğu halda, miqdarı 1,2-1,4 s Bk/q arasında dəyişir.

Torpaqlarda polonium-210 radionuklidinin miqdarı 1,5-2,7 s Bk/q arasında (orta göstərici 2,1 s Bk/q-dır), torium – 232



Şəkil 14.1. Azərbaycanda radionuklidlərlə çirklənməsinin xəritə-sxemi

Cədvəl 14.2

Təbii radionuklidlərin Azərbaycanın müxtəlif regionları torpaqlarında yayılması (surətdə - dəyişmələr, məxrəcdə - orta) (C.Əliyev, M.Abdullayev, 1998)

Region-lar	Torpaq-lar	²³⁸ U	²²⁶ Ra	²¹⁰ Po	²³² Th	²²⁸ Th	⁴⁰ K
		S Bk/q					
1	2	3	4	5	6	7	8
Kiçik Qafqazın quru bozqır zonası	Şabalıdı (boz-qəhvəyi) və s.	1,4-2,8	1,2-1,4	1,5-2,7	1,3-2,3	1,2-2,5	25-47,6
		2,2	1,3	2,1	1,8	1,8	34,5

Kiçik Qafqazın dağlıq zonası	Dağ-çəmən, qəhvəyi, dağ-meşə və s.	–	1,4	3,2	–	1,8	28,3
Kür-Araz MR	Boz, boz-çəmən, çəmən, çəmən-bataqlı, şoranlar və s.	<u>2,5-</u> <u>4,3</u> 3,5	–	–	<u>1,7-</u> <u>2,7</u> 2,2	–	<u>31,5-</u> <u>52,7</u> 41,2
Naxçıvan MR	Boz, dağ-meşə, dağ-çəmən bozqır və s.	<u>1,4-</u> <u>1,8</u> 1,6	<u>1,5-</u> <u>2,9</u> 2,4	<u>2,2-</u> <u>6,0</u> 4,0	<u>1,1-</u> <u>2,4</u> 2,2	–	<u>31,8-</u> <u>44,2</u> 39,0
Lənkəran vilayəti	Yuyulmuş qəhvəyi, sarı podzolu, dağ çəmən, qonur dağ çəmən və s.	<u>2,0-</u> <u>7,3</u> 3,3	–	–	<u>2,9-</u> <u>3,8</u> 3,3	–	<u>66,3-</u> <u>93,8</u> 80,7
Böyük Qafqaz vilayəti	Boz-qonur, yuyulmuş dağ qəhvəyi və s.	<u>1,0-</u> <u>2,0</u> 1,4	<u>1,9-</u> <u>2,6</u> 2,2	<u>1,8-</u> <u>2,9</u> 2,3	<u>1,2-</u> <u>3,8</u> 2,4	–	<u>35,0-</u> <u>63,3</u> 44,9

radionuklidinin miqdarı 1,3-2,3 s Bk/q (orta qiyməti 1,8 s Bk/q təşkil edir) arasında, torium - 228 radionuklidinin miqdarı isə 1,2-2,5 s Bk/q (orta göstərici 1,8 s Bk/q) arasında dəyişir.

Tədqiqatçıların (M.A.Abdullayev, C.Ə.Əliyev, 1998) araşdırmasına görə Kiçik Qafqazın quru bozqır zonasının torpaqlarında uran-238 radionuklidinin sırasında radioaktiv aşağı qatların və müəyyən qədər torpaq əmələgətirən süxurun əkin qatına qarışması səbəbindən ola bilər. Bununla yanaşı, mineral gübrə-

lərin tətbiqi torpaqların kimyəvi xassələrini dəyişməklə bərabər, radium-226 radionuklidinin torpaqda mütəhərriklik qabiliyyətini artırır ki, bu əkin qatında uran-238 radionuklidinin toplanmasına köməklik edərək radioaktiv tarazlığın pozulmasına gətirib çıxardır.

Radioaktiv tarazlıq həm də genetik surətdə bir-birinə bağlı olan torium-232 və torium-228 radionuklidləri arasında da pozulmuşdur. Torium-228 radionuklidinin orta göstəricisi torium-232 radionuklidinin miqdarından 22,3% aşağı düşmüşdür. Regionun torpaqlarında kalium-40 radionuklidinin miqdarı 25,0-47,6 s Bk/q arasında dəyişir. Ümumiyyətlə, Kiçik Qafqazın qura bozqır zonası torpaqlarının ümumi radioaktivliyinin yaranmasında əsas rol kalium-40 radionuklidinə məxsusdur.

Azərbaycanın digər təbii-coğrafi ərazilərində də ayn-ayrı təbii radionuklidlərin paylanması müəyyən qanunauyğunluqlar müşahidə edilmişdir. Araşdırmalar göstərir ki, Uran-238 Kür-Araz ovalığında (orta 3,5 s Bk/q, dəyişmə 2,5-4,3 s Bk/q), radium-226 (orta 2,4 s Bk/q, dəyişmə 1,5-2,9 s Bk/q), polonium-210 Naxçıvan MR-da (orta 4,0 s Bk/q, dəyişmə 2,2-6,0 s Bk/q), torium-232 (orta 2,4 s Bk/q, dəyişmə 1,2-3,8) və kalium-40 (orta 80,7 s Bk/q, dəyişmə 66,3-93,8 s Bk/q) Lənkəran vilayətində daha çox ölçüdə müşahidə edilmişdir.

Azərbaycan müxtəlif regionlarının təbii şəraitindən asılı olmayaraq təbii radionuklidlərin profil boyu paylanması da müəyyən qanunauyğunluqlar müşahidə edilmişdir. Təbii radionuklidlərin şaquli miqراسiyasında aşağıdakı qanunauyğunluqlar nəzərə çarpır: Uran-238 radionuklidinin şaquli paylanmasında iki pik vardır; birinci pik üst humus qatında, digəri isə illüvial qatda. Polonium-210 radionuklidinin paylanmasında da eyni piklərin alındığı müşahidə edilmişdir. Radium-226 radionuklidinin on çox miqdarı aşağı qatlara təsadüf edir. Torium-232 və torium-228 radionuklidlərinin profil boyunca paylanmaları eynidir, başqa sözlə, bu radionuklidlərin maksimum miqdarı üst 10 sm-lik qatda toplanaraq, profilin orta hissəsində azalır

və daha sonra dərinliyə getdikdə onun miqdarı yavaş-yavaş artmağa başlayır. Kalium-40 radionuklidi isə profil boyunca nisbətən bərabər paylanmışdır.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi radionuklidlərin torpaqda toplanması, sonra qida zənciri vasitəsilə kənd təsərrüfatı bitkilərinə, ev heyvanlarının və nəhayət insanların orqanizmlərinə keçərək müxtəlif xarakterli fəsadların törəməsinə səbəb olur. Respublikamızda radionuklidlər Ukrayna, Belarus və Rusiyanın bir sıra vilayətlərində olduğu kimi ciddi problemlər yaratmasa da, bütövlükdə bu maddələrin fonunda baş vermiş dəyişikliklər göz qabağındadır.

14.2. Torpaqların radionuklidlərlə çirklənmədən mühafizəsi üçün kompleks tədbirlər

Respublikamızda torpaqların və kənd təsərrüfatı bitkilərinin radionuklidlərlə çirklənməsinin ekoloji problemlərinin həlli kompleks tədbirlərin görülməsini tələb edir. Bunlar aşağıdakılardan ibarətdir:

I. Aqrokimyəvi tədbirlər. Aqrosənaye istehsalının intensivləşdirilməsi ilə əlaqədar əkinçiliyin kimyalaşdırılması (torpağa onun fiziki-kimyəvi xassələrini yaxşılaşdıran və onun münbitliyini artıran gübrə və meliorantların verilməsi) radionuklidlərin torpaqdan kənd təsərrüfatı bitkilərinə və sonra da heyvandarlıq məhsullarına daxil olmasının qarşısını alan ən səmərəli vasitələrindən biridir.

Aparılan araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, kənd təsərrüfatının mühüm sahələrindən olan əkinçilikdə mineral gübrələrin geniş tətbiqi nəticəsində əldə edilən məhsulda radionuklidlərin konsentrasiyasının aşağı düşməsi bir sıra səbəblərlə izah edilə bilər:

1. Aqroekosistemlərdə becərilən bitkinin qida şəraitinin yaxşılaşması nəticəsində onun biokütləsinin artması və bununla da radionuklidlərin həcmnin ümumi kütləyə nisbətində azalması;

2. Əsas istehsal vasitəsi olan torpaqda mübadiləli kationların, xüsusi ilə də birinci növbədə kalium və kalsium kationlarının konsentrasiyasının artması;

3. Əkinçiliklə müasir dövrümüzdə məşğul olarkən radionuklid ionları ilə torpağa verilmiş gübrələrin (duzların) ionların arasında antoqonizmin güclənməsi və nəticədə aqroekosistemlərdə becərilən müxtəlif bitki növləri tərəfindən radionuklidlərin mənimsənilməsinin kifayət qədər çətinləşməsi;

4. Bitkiçiliklə bağlı aqromühitdə mineral gübrələrin təsiri altında radionuklidlərin bitki tərəfindən çətin mənimsənilən formalara transformasiya olması.

Radioaktiv maddələrlə bu və ya digər dərəcədə torpaqların yaxşılaşdırılması ilə bağlı aparılan araşdırmaların və təcrübə işlərinin nəticələri sübut edir ki, bitkiçilik məhsullarının istehsalı zamanı aqroekosistemlərdə üzvi gübrələrin tətbiqi də torpaqda radionuklidlərin toplanmasının və onların bitkiyə keçməsinin qarşısını alır. Üzvi gübrələrin səmərəliliyi yüngül qranulometrik tərkibli torpaqlarda özünü daha yaxşı göstərir. Belə ki, aşağı münbitli torpaqlarda yüksək dozada peyinin verilməsi taxıl və arpanın məhsulunda ^{90}Sr 80% azaldır. Digər kateqoriyadan olan təbii və süni radionuklidlərin üzvi və mineral gübrələrin təsiri altında torpaq və bitkidə azalmasına dair məlumatlar vardır (A.N.Ratnikov, 1991).

II. Xüsusi aqrotexniki tədbirlər. Aparılan araşdırmalar nəticəsində məlum olur ki, bir çox hallarda atmosferdən torpağa daxil olan radionuklidlər torpağın səthində (0-2 sm) toplanır. Torpağın şumlanması radionuklidlərin konsentrasiyasının azalmasına gətirib çıxarır. Şum qatı artdıqca radionuklidlərin paylanma sahəsi də genişlənir.

Radionuklidlərin torpaqda miqrasiyası, davranış tərzini ilə bağlı aparılan elmi-tədqiqat işləri və təcrübələrin nəticələrinin araşdırılması zamanı məlum olur ki, əkin qatının 30 sm olduğu

hallar da radionuklidlərin bitkilər tərəfindən mənimsənilməsi 20-30% azalır (A.N.Ratnikov, 1991).

III. Kənd təsərrüfatı bitkilərinin seçilməsi. Məlum olduğu kimi, kənd təsərrüfatı bitkiləri radionuklidləri özlərində nə qədər az toplayarlarsa, onların ekoloji təmiz məhsul kimi, keyfiyyəti də bir o qədər yüksək olar.

Onu da qeyd edək ki, aqroekosistemlərdə becərilən müxtəlif kənd təsərrüfatı bitkilərinin radionuklidləri müxtəlif konsentrasiyada özündə toplamaq qabiliyyəti məhsulda radioaktiv maddələrin miqdarını idarəetməyə imkan verir. Belə ki, radionuklidlərin normadan artıq miqdarının müşahidə edildiyi ərazilərdə əkin zamanı konsentrasiya etmə qabiliyyəti zəif olan bitkilərə daha çox üstünlük verilməlidir.

Kənd təsərrüfatı bitkilərində radionuklidlərin konsentrasiyasının azalma sırası aşağıdakı kimidir.

a. *taxılkimilər və paxlalılar:*

acı paxla>yulaf>qarabaşaq>noxud>arpa>buğda> qarğıdalı >soya

b. *tərəvəz və kartof:*

kələm>kartof>çuğundur>kök>xiyar>pomidor

Kənd təsərrüfatı bitkilərində radionuklidlərin konsentrasiyasını azaltmaq məqsədilə onların düzgün seçilib əkin dövriyyəsində yerləşdirilməsi yuxarıda verilmiş tədbirlər fonunda daha yüksək səmərə verə bilər

IV. Radionuklidlərlə çirklənmiş torpaqların fitomeliorasiyası. Məlum olduğu kimi, bir sıra təbii və kənd təsərrüfatı bitkiləri kimyəvi elementləri və radionuklidləri özündə toplamaq qabiliyyətinə malikdir. Bu maddələrin bitkidəki konsentrasiyası torpaqda adətən, bir neçə dəfə çox olur. Bunu nəzərə alaraq bitkonların vasitəsilə (vegetasiya dövrünün sonunda sahədən çıxarmaqla) torpaqların bioloji təmizlənməsini həyata keçirmək mümkündür. Bu üsul torpaqların fitomeliorasiyası adlanır.

Adətən, bu tədbirlər AES qəzalarından sonra və digər səbəblərdən müəyyən ərazilərdə radionuklidlərlə çirklənmə baş verərkən tətbiq edilir.

Radionuklidlərlə çirklənmiş torpaqların ekoloji problemlərinin həllində aqrotexniki, aqrokimyəvi, fitomeliorativ və digər tədbirlərin əhəmiyyəti böyük olsa da, onların ətraf mühitdə yayılmasına qarşı profilaktik tədbirlərin görülməsi daha önəmlidir. Bunlar içərisində Respublika ərazisinə daxil olan sənaye və kənd təsərrüfatı məhsulları üzərində ekoloji nəzarətin gücləndirilməsi, transsərhəd zonalarda, xüsusən də AES və onun tullantıları ilə problemi olan Ermənistan Respublikası ilə sərhəddə daimi ekoloji monitorinqin qoyulması təxirəsalınmazdır (Q.Ş.Məmmədov, 2004).

FƏSİL XV

TEXNOGEN EKOLOJİ QƏZALAR ZAMANI ƏTRAF MÜHİTİN RADİOAKTİV ÇİRLƏNMƏSİ

15.1 Çernobl Atom Elektrik Stansiyasında qəza və onun nəticələri

1986-cı il, aprel ayının 25-də keçmiş SSRİ-ni təşkil edən 15 respublikadan biri olan Ukraynanın paytaxtı Kiyev şəhəri yaxınlığında yerləşən Çernobl Atom Elektrik Stansiyasının 4 nömrəli reaktorunda növbəti yoxlama işləri aparılırdı. Məqsəd elektrik cərəyanını dövrədən ayırandan sonra turbinlərin nə qədər dövr edəcəyini və bu yolla onun növbəti iş gününə hansı səviyyədə hazır olacağını müəyyən etmək idi. Bu olduqca təhlükəli bir sınaq hesab edilirdi. Lakin əvvəllər də belə bir sınağa əl atılmışdı və ortaya hər hansı bir problem çıxmamışdı. Nəhayət, texniki personal nəzərdə tutulanları həyata keçirməyə başladı. Elektrik cərəyanı dövrədən çıxarıldı, 26 aprel saat 01.00-da turbinlərə gedən soyuducu su tədricən azalmağa başladı. 01.23-də operator aztəzyiqli reaktoru bağlamaq istədi. Amma artıq gec idi. Sınaq zamanı ilk anlardan özünü göstərən və olduqca cüzi bir təsir bağışlayan nasazlıq zəncirvari prosesə çevrilərək reaktorun sürətinin kəskin şəkildə artmasına gətirib çıxardı. Bu isə, öz növbəsində, reaktorun daxilində güclü buxarlanma və ardınca da dəhşətli partlayışlarla müşayiət olundu.

Partlayışlar reaktorun xarici aləmlə əlaqəsinə imkan verməyən və onu əhatə edən 1000 tonluq qoruyucu çəmbəri yerlə yeksan etdi. Bir andaca dəhşətli buxar və şüalanma, toz qatı onlarla kilometr məsafəni bürüdü. Partlayışla eyni zamanda yanğın da başladı. Yanğını onlarla kilometr məsafədən seyr etmək mümkün idi. İlk anda nələrin baş verdiyini heç kim anlaya bilmədi.



Şəkil 15.1. Çernobl Atom Elektrik Stansiyası qəzadan əvvəl

Çünki bu hadisə atom elektrik stansiyaları tarixində həmin günə kimi rast gəlinməmiş bir qəza idi və onunla necə mübarizə aparılacağını heç kim bilmirdi. Hamı çaşqın bir vəziyyətə düşmüşdü. Yanğını söndürmək və şüalanmanın qarşısını almaq məqsədi ilə dərhal vertolyotlar çağırıldı. 9 gün ara vermədən onlarla vertolyot partlayış baş verən 4-cü blokun üzərinə qum, çınqıl və digər maddələr tökdülər. Qısa müddətdə 4-cü blokun üzərində 5 min tondan ibarət qum və çınqıl dağı əmələ gəldi. Amma yenə də təhlükəli şüalanma davam etməkdə idi.

İndiki dövrdə AES-də nüvə reaktorlarında və atom sualtı qayıqlarda mütləq təhlükəsizlik yaratmaq mümkün deyildir. 1945-1987-ci illərdə 14 ölkənin AES-də 150 hadisə baş vermişdir ki, onlardan 27-si qəza kimi qeyd edilmişdir. Onlardan ən təhlükəlisi 1986-cı il aprelin 26-da Ukraynanın Çernobl şəhərində fəaliyyət göstərən AES-də baş vermişdir.

Stansiyanın dördüncü blokunda partlayışın nəticəsində (temperatura tənzimləmək mümkün olmadığından istilik 4000°C-yə çataraq suyun termiki parçalanması baş vermiş və

qaz qarışıqı partlayaraq reaktoru dağıtmışdır) atmosfərə radioaktiv maddələr yayılmağa başladı. Bu zaman aktiv zonada 1500 Mkü radioaktiv parçalanmaya malik radionuklid toplandı.

Radioaktiv məhsulun əsasını ^{85}Kr və ^{133}Xe təşkil edirdi. Nüvə yanacağı betonla birlikdə əriyərək şüşəyabənzər lava əmələ gətirərək dördüncü blokda toplandı. Bundan başqa yanacaq dağılaraq qrafit və tikinti materiallarından yaranan 20 tona yaxın miqdarı hələdə orta zalda qalmaqdadır.

Yanacağın lavada dəqiq miqdarı məlum deyildi. Hesablamalara görə sarkofakda 180 ton uran olmalı idi və onun 150 tonu lavanın tərkibində ola bilərdi.



Şəkil 15.2. Çernobl Atom elektrik stansiyası baş vermiş faciədən sonra

Partlayış baş verən ilk anlardan isə heç bir sərhəd tanımayan radioaktiv şüalanma minlərlə kilometr məsafəni öz təsiri altına aldı və ətrafı radioaktiv tullantılarla çirkləndirdi. Radioaktiv şüalanma hətta hadisə yerindən minlərlə kilometr uzaqlarda olan İsveçdə belə, öz təsirini büruzə vermişdi. Qəzanın aradan qaldırılmasına keçmiş İttifaqın hər yerindən on minlərlə “kənüllü cəlb edilmişdi və onlara bu işin təhlükəli olmadığı barədə dönmə-dönmə izahat verirdilər. Bu da o dövrdə Keçmiş SSRİ-nin hər işdə səmimi olduğuna inanaraq, qəzanın aradan qaldırılmasında iştirak edən yüzlərlə adamın ilk günlərdən güclü şüalanmaya məruz qalmasına yol açdı. Amma düşünülmüş şəkildə şüalanmanın gücü aşağı göstərilir və onun insan həyatı üçün bir o qədər də təhlükəli olmadığı vurğulanırdı. Bunun üçün şüalanma zonasında hamılə qalan qadın ətrafında bir mif yaradılmış və şüalanmanın qadına və uşağına heç bir təsiri olmadığı barədə əhali arasında güclü təbliğat da aparılmışdı. Amma uşaq, həqiqətən də, anadan olanda yarı ölü vəziyyətdə idi və nə ana, nə də uşaq uzun müddət yaşadı... Keçmiş İttifaqda isə bu faktın üstündən sükutla keçdilər və bu qadın barədə bir daha danışmadılar. Keçmiş SSRİ hökuməti Çernobl qəzasına səbəb olan və təsadüf nəticəsində bu bəladan canlarını xilas edə bilən texniki heyətin əksər üzvlərini uzunmüddətli həbs cəzasına məhkum etdi. Lakin onların çoxu güclü şüalanmaya məruz qaldığından bir neçə aylıq həbs həyatından sonra dünyalarını dəyişdi.

İkihaftəlik sir. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, Keçmiş SSRİ-də hər vasitə ilə bu hadisənin üstünü ört-basdır etməyə çalışırdılar. O dövrdə SSRİ-yə rəhbərlik edən Mixail Qorbaçov hadisənin dəhşətləri barədə mətbuata məlumat sızdırılmaması və ictimaiyyətin bu fəlakətin dəhşətlərindən daha ətraflı şəkildə xəbər tutmaması barədə gizli göstəriş vermişdi.

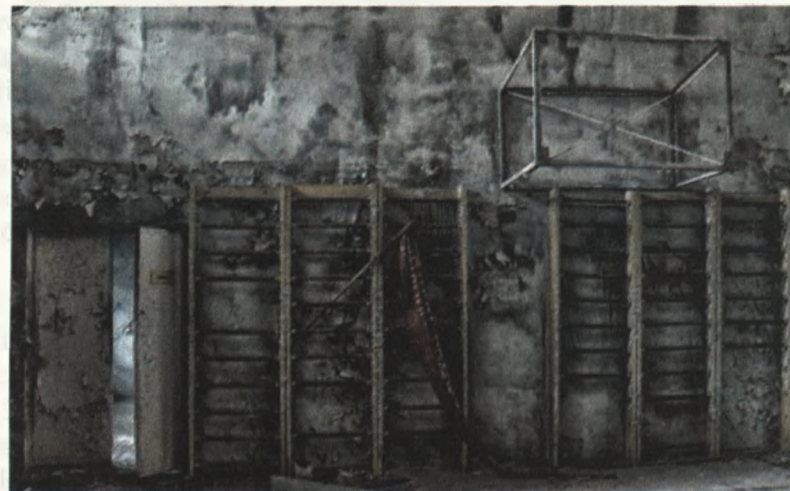
Bu məsələni nəzarətdə saxlamaq isə SSRİ Dövlət Təhlükəsizlik Komitəsinin əməkdaşlarına tapşırılmışdı. Buna paralel olaraq, Qorbaçov Çernoblada dəhşətli bir hadisə baş



Şəkil 15.3. Çernobl şəhərinin qəzadan zərər çəkən binaları

vermədiyini və bunun adı qəzalardan biri olduğunu sübut etmək üçün qəzanın baş verdiyi yerin yaxınlığında yerləşən Kiyevdə 1 May bayramının təntənəli şəkildə keçirilməsi barədə göstəriş vermişdi. Amma Kiyevdə əhalinin müəyyən hissəsi baş verənlərdən xəbər tuta bilmişdi və onlar 1 May mərasiminə qatılmaq istəmirdilər. Lakin milisin işə cəlb edilməsi nəticəsində yüzlərlə adam zorla evindən çıxarıldı və 1 May şənliklərində iştirak etməyə məcbur edildi. Qəza zonasına yaxın ərazilərdə yaşayan insanlar arasında kütləvi şəkildə müxtəlif xəstəliklərin yayılması əhalini təşvişə salmışdı. Nəhayət, əhalinin müəyyən hissəsi xarici radiostansiyaların vasitəsi ilə Çernobl faciəsinin dəhşətlərindən xəbərdar oldular. May ayının 7-də artıq bütün SSRİ əhalisi Çernoblda dünyanı dəhşətə gətirən bir qəzanın baş verməsindən xəbər tuta bilmişdi. Əhali Ukraynada baş verən hadisələrin gizlədilməsi ilə bağlı açıq narazılığını bildirməyə və qeyri-rəsmi şəkildə dövləti ittiham etməyə başlamışdı. Ukraynada xalqın ayağa qalxa biləcəyindən ehtiyat edən Qorbaçov, nəhayət ki, iki həftədən sonra əsl həqiqətləri, üstüörtülü şəkildə olsa da, etiraf etməyə məcbur oldu. O, bununla əlaqədar verdiyi

açıqlamasında: “Bəli, əziz yoldaşlar, biz son günlərdə çox ağır anlar yaşadığımızı. Sanki tale və bəxt bizdən üz döndərmişdi. Bu qəza bütün xalqımızı ağır şəkildə yaraladı və dünyanı da şoka saldı. Qəza öz sərhədlərini aşaraq ətrafa yayıldı və biz onun gətirdiyi dəhşətlərlə üz-üzə qaldıq” – dedi. Onun bu açıqlamasından sonra Çernobl ətrafında yaşayan əhali kütləvi şəkildə ərazini tərk etdi. Bölgəni tərk edənlərin evləri isə müəyyən qrup adamlar tərəfindən talan edildi.



Şəkil 15.4. Çernobl AES-də qəzadan sonrakı vəziyyət

Nəticədə, radioaktiv şüalanmaya məruz qalan məişət əşyaları satışa çıxarıldı və bu, əhali arasında xəstəliyə tutulmaların sayının daha da artmasına səbəb oldu. *Qəzadan sonra.* Qəzanın aradan qaldırılmasının ilk iki ilində 650 min insan xilasetmə işlərinə cəlb edildi. Rəsmi məlumatlara görə, onların 15 min bir neçə ildən sonra dünyasını dəyişdi. Qeyri-rəsmi məlumatlara görə, qəzanın aradan qaldırılmasında iştirak edən təxminən 95-100 min adam məruz qaldığı şüalanma nəticəsində öldü. Xilasetmə işlərində çalışan təxminən 500-550 min adam isə ağır xəstəliyə tutuldu. Onların bir hissəsi artıq dünyasını dəyişib,

digər hissəsi isə şüalanmanın fəsadlarını ağır şəkildə yaşamaqda davam etməkdədir. Bu insanlar əslində ömürlük əzab çəkməyə məruz qoyulan faciə qurbanlarına çevriliblər. Onlar həyatla ölüm arasında can çəkməkdədirlər və ətraflarındakı yaxınlarına da bu dəhşəti yaşatmaqda davam edirlər. Bir vaxtlar xilasətmə işlərində çalışan və şüalanma zonasında yaşayan insanlar üçün müəyyən pulsuz müalicələr nəzərdə tutulmuşdu. Onlara dövlət tərəfindən az da olsa maliyyə yardımları göstərildi. Lakin SSRİ-nin dağılmasından sonra bu məsum insanlar unuduldular və onların ağır günləri başladı. Qeyd edək ki, qəza zonasında xilasətmə işlərində çalışan 650 min adamdan başqa, fəlakət bölgəsində və ona qonşu ərazilərdə təxminən 6-8 milyon insan da şüalanmaya məruz qalıb. Bu gün şüalanmaya məruz qalan insanlardan dünyaya gələn uşaqlar içərisində xərcəng və müxtəlif xəstəliklər tüğyan etməkdədir. Onların çoxunu labüd ölüm gözləyir və bu, yüz illər boyu zəncirvari şəkildə öz təsirini göstərəcək.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, Çernobl Atom Elektrik Stansiyasında baş verən bu dəhşətli faciə 20-ci əsrin ilk böyük atom qəzasıdır. Ukraynanın Kiyev rayonuna bağlı Çernobl şəhərindəki Atom Elektrik Stansiyasının 4-cü birləşməsində 26 aprel 1986-cı ildə şəhərin erkən saatlarında bas verən qəzadan sonra atmosfərə böyük miqdarda uran məhsulları dağılır. Belə ki, aparılan araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, Çernobl Atom Elektrik Stansiyasında baş vermiş texnogen ekoloji qəza nəticəsində ətraf mühitə 7 ton uran oksidi səpələnmişdir.

Çernobl qəzasının əsas xüsusiyyətlərindən biri də təxminən 2000 metr yüksəkliyə qalxan və oradan da yer qabığına çökən "qaynar hissəciklərin" olmasıdır. Bu "qaynar hissəciklərin" hamısı atom yanacaqları olub aktivliyi 0,1 Bk/mkq olan hissəciklərdir. Onların ölçüsü 5-100 mikron olub əsas tərkibi ərimiş lava hissəciklərindən ibarətdir. Onun toz halında olan hissəcikləri atmosfərə yayılaraq min kilometrərlə uzaqlara səpələnmişdir. Ukrayna, Rusiya, Belarusiya, Litva və Avropanın bir



Şəkil 15.5. Binada radioaktiv qəzanın izləri



Şəkil 15.6. Radioaktiv şüalanma nəticəsində sahibini itirmiş və yararsız hala düşmüş mənzil

sıra ölkələrində bu “qaynar hissəciklər” qeyd olunmuşdur. Hətta qəzadan beş il sonra onların varlığı haqqında məlumatlar alınmışdır.

Aparılan araşdırmalar nəticəsində məlum olmuşdur ki, Yer qabığına çökmüş radioaktiv hissəciklər yağış və qrunut suları ilə miqrasiya edərək 1000 km yol qət edə bilmiş və ətraf mühiti çirkləndirilmişdir.

Bu dəhşətli hadisəni 30 aprel 1986-cı ildə bütün dünya öyrənir və mətbuat səhifələrində dərc edir.



Şəkil 15.7. Çernobıl AES-də baş vermiş partlayışın izləri.

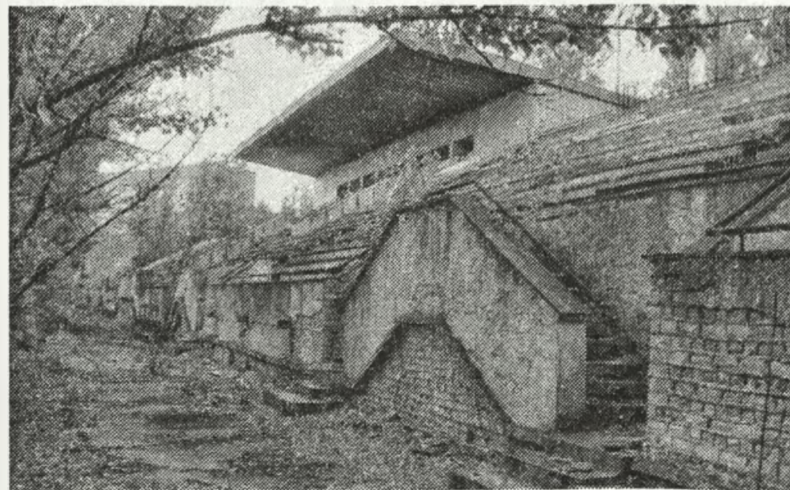
Qəzanın səbəbi. 1972-də Ukraynada Kiyevin 140 km-də Çernobıl şəhərində qurulan AES-də meydana gələn qəzaya hər biri 1000 meqavatt gücündə 4 reaktordakı quruluş xətalrı ilə reaktordlardan birində təcrübə etmək ucun təhlükəsizlik sistemi-nin buraxılması nəticəsində meydana gələn bəzi xətlar seriyası sonunda bas verən qəzadır. Təcrübənin ediləcəyi 25 aprel 1986-cı ildə əvvəlcə reaktorun gücü yarıya qədər azaldıldı. Ardından da təhlükəsizlik sistemi buraxıldı. 26 aprel gecə saat 01:00-da texniklər təcrübənin son hazırlıqlarını tamamlamaq

ucun əlavə su pompalarını qoşdular. Bunun nəticəsində gücünün 7%-lə çalışan reaktorda buxar tıxacı düşdü. Bunun nəticəsində su səviyyəsi aşağı düşdü. Su səviyyəsini qaldırmaq ucun buxar sisteminə su buraxıldı. Saat 01:23-də təcrübənin başlamaq ucun hazır olduğu müəyyən edildi. Təcrübənin məqsədi, reaktorun qəflətən dayanması vəziyyətində, buxar turbinlərinin nə qədər çalışacağını və beləcə nə qədər təcili təhlükəsizlik sisteminə güc verə biləcəyini öyrənməkdə. Bunun ucun turbinlərə gedən buxar dayandırıldı. Bunun nəticəsində reaktorun soyutma sistemləri dayandı. Yanacaq kanallarında qəfil güclü isinmə başladı. Təhlükəni basa düşən texniklər vəziyyəti elə almağa çalışdılar. Amma saat 01:24-də yeni təcrübə başladıqdan 1 dəqiqə sonra 2 partlayış oldu. 3 saniyə içində reaktorun gücü 7%-dən 50% qalxdı. Yanacaq parçalarının soyutma suları ilə qarşılaşmasıyla suyun bir anda buxara dönməsinə yol açdı. Reaktordakı zirkoniumun yüksək istilikdə buxarla qarşılaşmasından yaranan hidrogen yanaraq bütün sentrali alovlara biridir

Texnogen ekoloji qəzalar və onların fəsadlarının araşdırılması ilə bağlı aparılan araşdırmaların nəticəsi göstərir ki, Çernobldan əvvəl, 1979-cu ildə ABŞ-ın Three Mile Island Atom Elektrik Stansiyasında da qəza baş vermişdi. Çernobl ikinci analoji qəza idi. Amma Çernoblın dağıdıcı və məhvədi təsiri daha böyük həcmdə oldu. Belə ki, qəzanın ilk günlərində 10 min nəfər dərhal ağır şüalanmanın qurbanı oldu. 15 min adam qəzanın aradan qaldırılmasının ilk günlərində fəlakət zonasında işləyərkən ağır şüalanmaya məruz qalaraq, dünyalarını dəyişdilər. Fəlakət zonasında işləyən 52 min adam isə sonrakı illərdə öldü. Ukrayna hökumətinin qəza ilə bağlı yaydığı rəsmi məlumatlara görə, bu gün ölkədə 4 milyona yaxın insanın Çernobl qəzası nəticəsində şüalanmaya məruz qalaraq xəstə olduğu bildirilir. Amma Çernobl qəzasından yalnız Ukraynada yaşayanlar zərər görmədilər. Son məlumatlara görə, Ukrayna ilə sərhəd ölkələrdə, o cümlədən Rusiya, Belarus, Moldova, Rumıniya, Polşa, Çexiya, Macarıstan və digər Avropa ölkələrində 10 milyona

yaxın adam Çernobl faciəsi nəticəsində şüalanmanın təsirinə məruz qalıb. Təsadüfi deyil ki, qəzadan sonrakı bir neçə ildə Avropa ölkələrində xərcəng, ağ qan, qanazlığı və digər xəstəliklərin sayı xeyli artıb və həmin xəstəliklərdən ölənlərin sayı isə milyonlardır. Avropa ölkələrindəki şüalanmaya məruz qalan insanların övladları indinin özündə də bu xəstəliklərdən əziyyət çəkirlər. Onu da deyək ki, radiasiyanın təsiri İngiltərə və İsveçdə belə, hiss edilib. Külək Çernobl ətrafında şüalanmaya məruz qalan tozları İngiltərə və İsveçə də aparıb və toz orada əkin və otlaq sahələrinə çöküb. Ona görə də həmin ölkələrin alimləri şüalanmaya daha çox məruz qalan əkin və bəzi otlaq sahələrinə adamların və heyvanların daxil olmasını qadağan edib və həmin sahələr xüsusi nəzarətə götürülüb.

Onu da qeyd edək ki, hazırda Çernobl ətrafındakı 30 kilometr məsafə ölü zona hesab edilir və orada insanların yaşaması qəti qadağan edilib. Bir sözlə, Çernobl qəzası bəşəriyyətin analoji texnogen fəlakətlər nəticəsində hər an məhv ola biləcəyini bir daha sübut etdi. Xatırladaq ki, hazırda dünyada onlarla Atom Elektrik Stansiyası var.



Şəkil 15.8 Kimsəsiz qalmış tikililər



Şəkil 15.9. Çernobl qəzasından sonra şagirdsiz qalmış
sinif otaqları.



Şəkil 15.10. Çernobl qəzadan sonra.



Şəkil 15.11. Partlayışın minik avtomobilinə vurduğu zərər

Nüvə enerjisi üzrə ekspertlərin fikrincə, onların az hissəsinin müharibə nəticəsində məhv edilməsi və ya hansısa səbəbdən nəzarətdən çıxması bir andaca müasir sivilizasiyanın məhvini aparıb çıxaracaq.

Hazırda ABŞ-da 109, dünyada isə 400-dən çox AES var. 50 ildir ki, onlardan istifadə edirlər. Ancaq bu günədək Çernobl istisna olmaqla, onların heç birində belə böyük qəza baş vermədi. Çernobl köhnə texnologiyadan istifadə edilməsinin və ona xidmət edən texniki işçilərin işlərinə biganə yanaşmalarının qurbanı oldu.

Qeyd etmək lazımdır ki, 25 il əvvəl Çernobl Atom Elektrik Stansiyasında baş vermiş qəza bütün dünyaya yayılmış əsas xəbər idi.

26 aprel 1986-cı il gecə 1:23-də, Pripjat şəhərinin yaxınlığında Çernobl atom elektrostansiyasının dördüncü reaktoru partlaması nəticəsində bir neçə partlayış reaktor qrafit gecikdiricisinin komponentləri havaya düşməsi və alışmasına gətirib çıxartdı. Nəticədə atmosfərə radiasiyanın tullaması baş verdi.

O Sovet İttifaqı və Qərbi Avropanın böyük hissəsini sürətlə keçdi. 50 insan hadisə yerində və demək olar ki, 4000 insan atmosfərə düşmüş radiasiyadan vəfat etdi.

350000-dən çox insan yoluxdurulmuş zonalardan Rusiya, Ukrayna və Belarusa evakuasiya edilmişdi. 2011-ci ildə, yəni qəzadan 25 il sonra Çernoblın ətrafı şəhər-kabusu kimi görünür.

Fotomüxbirlər qəzadan sonra Çernoblada olub və bir neçə inanılmaz şəkilləri çəkmişlər. (şəkil 15.12)

Stansiya partlayandan sonra yaranmış radioaktiv buludun böyük hissəsi Şərqi Avropaya doğru hərəkət etmişdisə, belə "ölüm bulud"unun yerdə qalan hissəsinin küləklər cənuba "sürükləmişdi".

Sonucda Azərbaycanda da Çernobl faciəsi nəticəsində radioaktiv şüalanmaya məruz qalanlar var. Bundan başqa, AES-in partlamış 4-cü enerji blokunun təhlükəsiz hala salınması üçün keçirilən "Sarkofaq" əməliyyatında 129 Azərbaycan vətəndaşı da iştirak edib ki, onların hamısı müxtəlif səviyyəli radioaktiv şüalanma alıblar.



Şəkil 15.12. Çernoblın ətrafı şəhər-kabusu

Hadisə zamanı 7000-ə yaxın insan həlak oldu, 25000 insan güclü radiasiya nəticəsində ömürlük şikəst oldu, on minlərlə insan isə sonsuz qaldı. Bu faciədən sonra Çernoblada doğulan uşaqların 90 %-də əlillik yaranır (şəkil 15.18, 15.19). Hadisədən neçə illər keçsə də, radiasiyanın fəsadları hələ də Avropada dolanmaqdadır.



Şəkil 15.13.



Şəkil 15.14. Qadağan olunmuş ərazi



Şəkil 15.15. Qəzadan sonra yaranan ölü sahələr



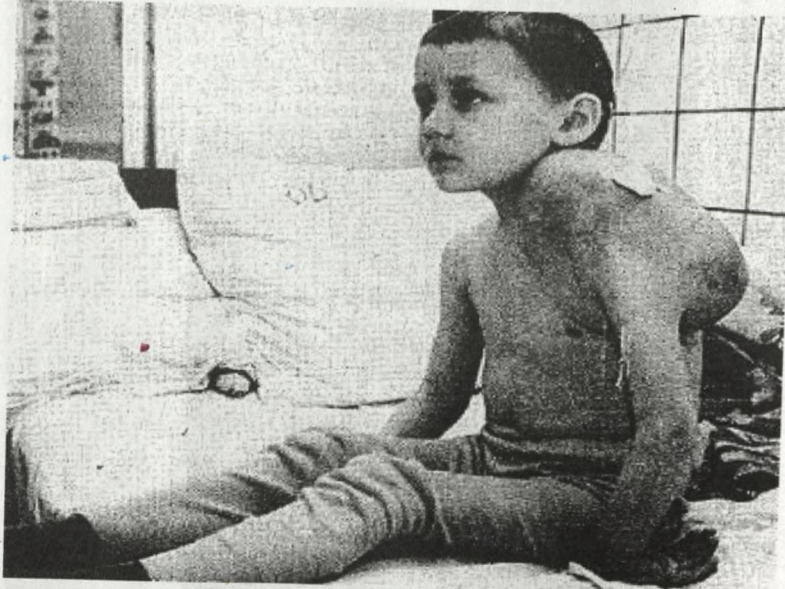
Şəkil 15.16.



Şəkil 15.17. Şüalanmanın genetik fəsadları



Şəkil 15.18



Şəkil 15.19. Çernobl qəzasının fəsadları

15.2. Yaponiyanın Fukusima Atom Elektrik Stansiyasında baş vermiş partlayışın ekoloji fəsadları

11 mart 2011-ci il tarixdə Bakı vaxtı ilə 09:46-da Yaponiyanın Honsyu adasının yaxınlığında Rixter şkalası üzrə 9 ballıq zəlzələ baş verir (şəkil 15.20, 15.21, 15.22, 15.23). Zəlzələ nəticəsində dağıntılar olur. Bölgədəki "Fukusima-1" AES da su-namidən zərər görür. Belə ki, AES-in soyuma sistemi sıradan çıxır. Növbəti gün, yəni 12 mart 2011-ci il Yaponiyanın "Fukusima-1" AES-də partlayış baş verir, ətrafa radiasiyanın dağıldığı bildirilir. Daha sonra partlayışın reaktora toxunmadığı vurğulanır. "Çernobl" AES-in mütəxəssisləri yardım etmək üçün Yaponiyaya gəlir. Baş verənlər Yaponiyanın avtomobil istehsalına da ciddi zərər vurur – "Toyota", "Honda Motors" və "Nissan Motors" avtomobil zavodları müvəqqəti olaraq fəaliyyətini dayandırır. Həmin gün "Fukuşim-2" AES-ə yaxın bölgələrdən əhali evakuasiya edilməyə başlayır. Çünki bu AES "Fukusima-1"dən cəmi 12 km aralıda yerləşir. Baş vermiş partlayış nəticəsində radioaktiv bulud Rusiyaya yaxınlaşır. Günün ikinci yarısında yayılan xəbərlərə görə, zəlzələ və sunami nəticəsində Yaponiya 2 metr okeana tərəf sürüşüb, 70 sm isə suya qərb olub.

Yaponiyada baş verən dəhşətli zəlzələdən sonra 13 mart 2011-ci il tarixində şüalanma səbəbi ilə "Fukusima" yaxınlığında yaşayan 140 min insan bölgədən təxliyə edilir. Bu arada, Honsyu adası ətrafında yeraltı təkanlar da dayanmaq bilmir. Son 3 gün ərzində 400-dək 4,5 balddan yuxarı yeraltı təkan qeydə alınır.

Qeyd edək ki, Yaponiyada baş verən dağıdıcı zəlzələ ilə yanaşı bölgədə böyük sunami dalğaları yaranır və Yaponiya sahillərinə doğru yaxınlaşmağa başlayır. (şəkil 15.24, 15.25). Yaponiyada baş vermiş dəhşətli zəlzələ və sunami nəticəsində ölənlərin sayı 5 minə çatır.



Şəkil 15.20



Şəkil 15.21. Yaponiya, zəlzələdən sonra



Şəkil 15.22.



Şəkil 15.23. Zəlzələnin vurduğu ziyan

14 mart 2011-ci il tarixdə ölkədə daha bir elektrik stansiya-sında partlayış baş verir. ABŞ hərbi dəniz qüvvələri radiasiya sızmasına görə xilasetmə işlərini dayandırır. "Fukusima" AES-də 2-ci reaktorda da partlayış baş verir.

15 mart 2011 "Fukusima" AES-də 3-cü və 4-cü reaktorda da partlayış baş verir. Radiasiyanın 1 saatda 4 dəfə artdığı bildirilir. Ölən və itkin düşənlərin sayı 6 min nəfəri keçir. Nüvə tullantıları saxlanılan anbar alışıb yanır. 3 saat sonra anbardakı yüngün söndürülür.

Nüvə fizikası alimləri "Fukusima"da "Çernobil" faciəsinin təkrarlanma ehtimalının olmadığını bildirirlər.

Verilən məlumatlara əsasən ölən və itkin düşənlərin sayı 13 min nəfərə çatır. Radiasiya şüalanması nəticəsində ən azı 20 nəfər şüalanmaya məruz qalır. Günün ikinci yarısında ölən və itkin düşənlərin sayının 15 min nəfərə çatdığı bildirilir.

18 mart 2011-ci ilin məlumatına əsasən AES-in reaktoru-nun soyudulması zamanı 5 nəfər həlak olmuşdur. Son məlu-matlarda ölən və itkin düşənlərin sayının 16 min nəfəri keçirdi-yi bildirilir.

Vaxt keçdikcə "Fukusima-1"-in 2-ci reaktorunda enerji təchizatı bərpa edilir.

19 mart 2011-ci ilin məlumatlarına görə qəza nəticəsində təkcə ölənlərin sayı demək olar ki, 7 min nəfəri keçir

Alınan məlumatlardan aydın olur ki, qida məhsullarında radiasiyanın təsirləri aşkarlanır . Bu da əhali arasında təşviş doğurmuşdur.

Qısa bir müddət sonra Fukusimada qida məhsullarının satışına qadağa qoyulur.

Xonsyu adasından şimal-şərqdə yerləşən Osuka yarımada-sının cənub-şərqə doğru 5,3 m irəlilədiyi, 1,2 m isə okeana qər-q olduğu bildirilir.

Qəza ilə bağlı verilən xəbərlərdən aydın olur ki, ölən və itkin düşənlərin sayı 21 min nəfərə çatır. Radioaktiv maddələr içməli suya qarışır.



Şəkil 15.24.



Şəkil 15.25. Sunami və onun nəticələri

22 mart 2011-ci ildə alınan məlumatlarda bildirilir ki, "Fukusi-
ma-1" AES-də bir-birinin ardınca 2 partlayış baş verir.

Bu arada, hökumət Fukusimadan qaçanları otellərə qəbul
etməməyi tapşırır və bildirir ki, buna riayət etməmək cina-
yətdir.

25 ölkə Tokioda səfirliyini bağlayır. Ölkəyə dəyən ziyan
312 mlrd dollar həcmində hesablanır.

Alınan məlumatlardan aydın olur ki, Yaponiyanın özündə
radiasiyaya qarşı nəzarət gücləndirilmişdir. Yaponiyanın şimal
rayonlarında problemlər olduğu üçün oradan avtomobillərin
idxalı demək olar ki, tamamı ilə dayandırılıb.

Ümumiyyətlə, Azərbaycana şimal hissədən çox az avtomo-
bil gətirilirdi. Bu üzdən təbii fəlakət bizim işimizə çox güclü
təsir göstərməyib. Amma Rusiya üçün müəyyən problemlər
yaranıb.

Yaponiyanın şimalından avtomobillər daha çox Rusiyaya
ixrac olunurdu. Ola bilsin ki, radioaktiv çirklənməyə məruz
qalmış ərazidə avtomobil de radioaktiv maddələrlə çirklənsin.

Radioaktiv maddələrlə çirklənmə insanda qan yaranma
sistemini məhv edir. Radioaktiv xəstəliklərin yaranmasına sə-
bəb olur. Ona görə radioaktiv maddələrlə çirklənmiş əşyalar
çox təhlükəlidir. Torpaqda, suda, evdə, avtomobildə fərq et-
məz, harada radioaktiv çirklənmə varsa, orada ölüm təhlükəsi
var. Burada mütləq həyəcan təbili çalınmalıdır.



Şəkil 15. 26.



Şəkil 15.27.



Şəkil 15.28.



Şəkil 15.29. Fukisima AES



Şəkil 15.30. AES-də partlayış



Şəkil 15.31. Yaponiya baş vermiş fəlakətlərdən sonra

FƏSİL XVI

RADİASIYA ŞƏRAİTİ VƏ ONUN YARANMA TƏHLÜKƏSİ

16.1. Radiasiya şəraitinin aydınlaşdırılması və qiymətləndirilməsi

Ətraf mühit və onun komponentləri üçün radiasiya şəraitinin yaranması çox təhlükəlidir. Qeyd etmək lazımdır ki, radiasiya şəraiti düşmənin nüvə silahını tətbiq etdikdə və AES-də qəza baş verdikdə yaranır. (şəkil 16.1, 16.2).

Ətraf mühitdə radiasiya şəraitinin yaranması adamların və müxtəlif obyektlərin radioaktiv maddələrlə zəhərlənməsi ilə nəticələnir (şəkil 16.3, 16.4, 16.5, 16.6). Çernobl AES-də baş vermiş texnogen ekoloji qəza göstərdiklərimizin hamısını bir daha təsdiqləyir. Qəza nəticəsində ətraf mühitdə radiasiya şəraitinin yaranması yüzlərlə insanın həyatı ilə vidalaşmasına səbəb olmuşdur.

Radiasiya şəraitini qiymətləndirərkən ərazinin, müəssisənin radioaktiv zəhərlənməsinin miqyası və dərəcəsi, həmçinin zəhərlənmənin dəstə və əhalinin fəaliyyətinə təsiri təyin edilir.

Radiasiya şəraitinin qiymətləndirilməsinə, adətən, aşağıdakılar aiddir:

1. Radioaktiv zəhərlənmə zonalarının sərhədlərini və onlarda radiasiya səviyyəsinin bölünməsinə təyin etmək;
2. Zəhərlənmə zonalarının müəssisələri torpaqdan istifadə planına və ya sxeminə köçürülməsi;
3. Dəstələrin şəxsi heyətinin, əhalinin, heyvanların radioaktiv şüalanma dozasının və onların arasında baş verə biləcək itkilərin təyin edilməsi;
4. Zəhərlənmiş ərazidə dəstələrin, həmçinin əhalinin təsərrüfat işlərinin aparılmasında ən məqsədə uyğun fəaliyyətinin müəyyən edilməsi.



Şəkil 16.1 Radiasiya şəraitinin yaranmasına səbəb olan partlayış

Radioaktiv zəhərlənmə zonalarının sərhədlərini orada radiasiyanın səviyyəsini məlumat verməklə və ya radiasiya kəşfiyyatı ilə təyin edirlər.

Müəssisələrin mülki müdafiə dəstələri və qərargahları öz rayonlarında ərazinin radioaktiv zəhərlənməsi haqqında məlumatı, adətən, rayonunun mülki müdafiə qərargahından alır və radiasiya kəşfiyyatı ilə dəqiqləşdirir.

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, lazım gələrsə, müəssisənin mülki müdafiə qərargahlarında ərazinin, adamların, heyvanların və başqa obyektlərin zəhərlənmə dərəcəsi təxminən qabaqcadan təyin edilə bilər. Qabaqcadan təyin edilmənin əsasını partlayış rayonunda və radioaktiv buludun izində radioaktiv zəhərlənməsinin dərəcəsi, gözlənilən ölçüləri, hesabat və proqnoz metodları vasitəsilə hesablama təşkil edir. Qabaqcadan təyin edilmə üçün ilk məlumatlar əsasən aşağıdakılardır: partlayışın (qəzanın) gücü, növü və mərkəzin koordinatları, orta küləyin sürəti və istiqaməti.

Müəssisənin MM qərargahı bu məlumatları rayonunun qərargahından alır və ya özü təyin edir.

Əgər küləyin orta sürəti (v) və istiqaməti, partlayış mərkə-

zindən müəssisəyə qədər olan məsafə (R) məlumdursa, onda partlayışdan sonra müəssisənin ərazisinə radioaktiv maddələrin çökməsi vaxtını (t) $t = \frac{R}{v}$ düsturu ilə təyin edirlər.



Şəkil 16. 2 Çernobl Atom elektrik stansiyasında qəza və radiasiya şəraitinin yaranması



Şəkil 16.3 Çernobl AES-də baş vermiş qəzanın izləri



Şəkil 16.4. Texnogen ekoloji qəza nəticəsində yararsız hala düşmüş hərbi texnika

16.2. Radiasiya şəraitinin proqnozlaşdırılması

Ətraf mühitdə əmələ gələn radiasiya şəraitinin qabaqcadan proqnozlaşdırılmasının əhəlinin sağlamlığı üçün çox böyük əhəmiyyəti vardır.

Radioaktiv buludun izinin yaranması 10-20 saat davam edir. Buna görə Respublika Mülki müdafiə (MM) qərargahı, rayon, zavod və iri obyektlərin MM qərargahları radiasiya vəziyyətini qabaqcadan, radioaktiv bulud yaxınlaşana kimi proqnozlaşdırırlar.

Radiasiya şəraitinin proqnozlaşdırılması radioaktiv bulud izinin yaranmasının 90% ehtimal olunan hüdudlarında xəritə (sxem) üzrə mərkəzi bucağı 40° olan sektora görə təyin olunur. Radioaktiv bulud izi sektorun təqribən $1/3$ -ni təşkil edir.

Radiasiya şəraitinin proqnozlaşdırılmasında bir sıra ilkin şərtlər vardır. Bunlar əsasən nüvə partlayışının koordinatları, gücü, tipi, vaxtı, orta küləyin sürəti və istiqamətidir.

Göstərmək lazımdır ki, orta külək yer səthindən radioaktiv buludun qalxma hündürlüyünə qədər atmosfer təbəqəsində orta sürətə və istiqamətə malik küləyə deyilir.

Orta küləyi təyin etmək üçün atmosfer təbəqə-litli hündürlük boyunca bir necə vahid təbəqələrə bölərək, hər birin-di küləyin istiqaməti və sürəti təyin olunur. Orta küləyin istiqaməti, vahid təbəqələrdə küləyin istiqaməti vektorlarının cəmi ilə eyni istiqamətdə olur. Orta küləyin istiqaməti dərəcə ilə (0° -dən 360° -dək) saat əqrəbi istiqamətində qəbul olunur. Şimaldan əsən küləyin istiqaməti (azimut) 0° və ya 360° , şərqdən - 90° , cənubdan - 180° , qərbdən 270° -dir. Orta küləyin sürəti vahid təbəqələrdəki küləklərin sürətləri cəminin təbəqələrin sayına olan nisbətində bərabərdir.



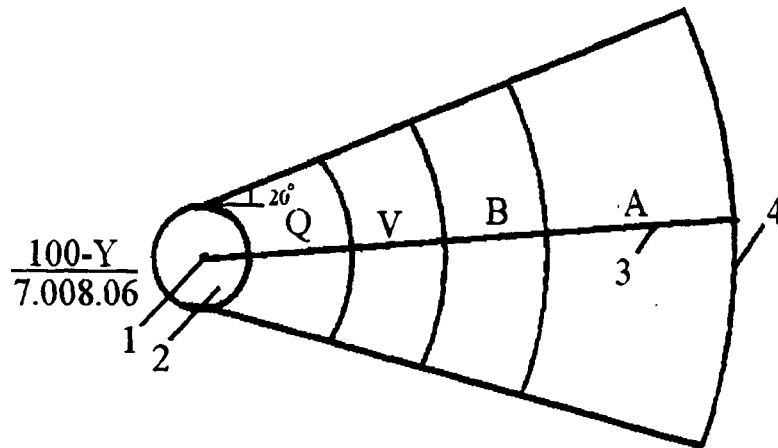
Şəkil 16.5. Radioaktiv zəhərlənmənin günahsız qurbanları



Şəkil 16.6. Çernobl AES-də baş vermiş texnogen qəzadan sonra şəhərin görünüşü

16.3. Radioaktiv buludun yayılma spektrunun qurulması

Radioaktiv çirklənməyə səbəb olan buludun yayılma sektoru aşağıdakı ardıcılıqla qurulur (şəkil 16.7) – xəritədə (sxemdə) göy rənglə nüvə partlayışı mərkəzi qeyd olunur; nüvə partlayışı mərkəzindən orta küləyin istiqamətində rəngli sektorun oxu çəkilir; ehtimal olunan zədələnmə zonası rənglə qeyd olunur (zona radiusu cədvəl 12.1-dən təyin olunur); sektorun oxu ilə hər iki tərəfdən 20° əmələ gətirən xətləri çəkməklə A, B, V, Q radioaktiv zəhərlənmə (çirklənmə) zonalarının sərhədləri müvafiq rənglərlə (göy, yaşıl, qəhvəyi, qara) işarə olunur.



Şəkil 16.7. Radiasiya şəraitinin proqnozlaşdırılması sxemi : 1 – partlayış mərkəzi; 2 – partlayış rayonunda ehtimal olunan radioaktiv zəhərlənmə zonası; 3 – sektorun oxu (orta küləyin istiqaməti); 4 – A zonasının uzaq sərhədi.

Nüvə partlayışı mərkəzinin yanında partlayışın gücü (kt), partlayışın tipi (y-yer üstü) vaxtı və tarixi qeyd edilir. Qeyd etmək lazımdır ki, proqnozlaşdırma əsasında radioaktiv maddələrdən ibarət bulud qatına qədər ehtimal olunan zəhərlənmə zonaları təyin edilə bilər. Bu da öz növbəsində qabaqcadan insan-

ların, heyvanların, material vasitələrinin mühafizəsinin, obyektlərin normal fəaliyyətinin zəhərlənmə zonalarında təşkilinə, lazım olarsa işçilərin, qulluqçuların, əhalinin və mal-qaranın zəhərli zonlardan çıxardılmasına imkan yaradır.

Aparılan araşdırmalar və təcrübələr göstərir ki, xəritə və sxemlər üstündə proqnozlaşdırma radioaktiv bulud izini tam dəqiqliyi ilə vermir. Lakin əhalinin təhlükəsizliyini təmin etmək üçün proqnoza görə qəbul olunmuş mühafizə tədbirləri, nəqliyyat vasitələrinin hərəkəti, xilasetmə və digər təxirəsalınmaz işlərin aparılması radiasiya kəşfiyyatı qruplarının göstəricilərinə görə radioaktiv bulud izi əmələ gəldikdən sonra dəqiqləşdirilir.

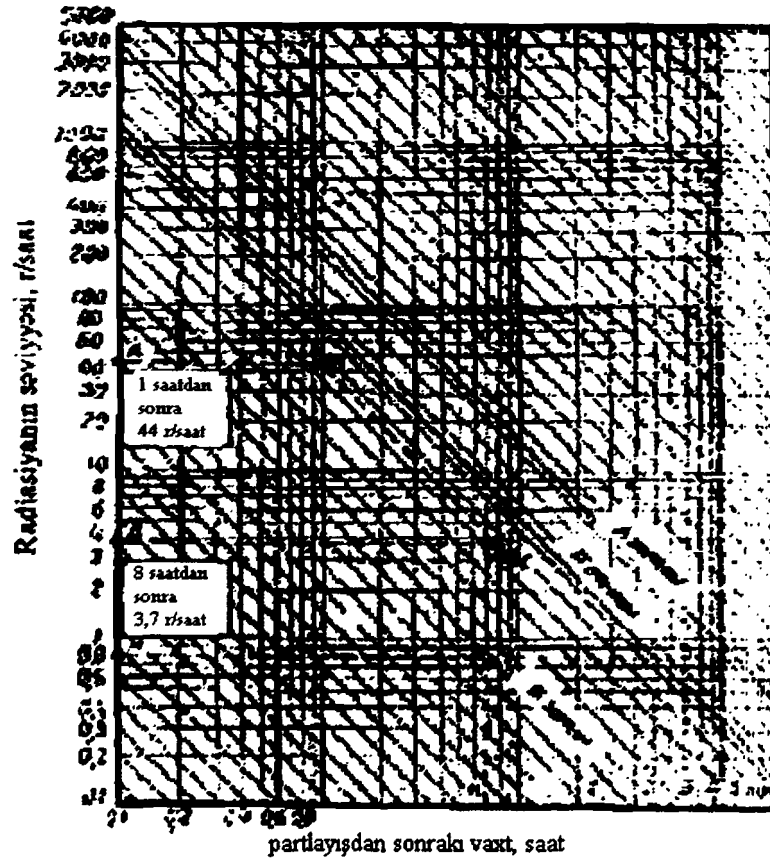
][Cədvəl 16.1

Nüvə partlayışı rayonunda ehtimal olunan radioaktiv zədələnmə zonalarının radiusları, km

Partlayış in gücü, kt	Yerüstü (su səthində) partlayış da	Yeraltı partlayış da	Partlayış in gücü, kt	Yerüstü (su səthində) partlayış da	Yeraltı partlayış da
0,1-ə qədər	1	1	100- 1000	3	–
0,1-1	1,5	2	1000- 10000	4	–
1-10	2	3	10000- 100000	5	–
10-100	2,5	–	–	–	–

Radioaktiv zəhərlənmə zonalarının sərhədlərini təyin etdikdə, müəssisələrin ərazilərində, zəhərlənmənin müxtəlif nöqtələrində dozimetristlər tərəfindən ölçülmüş radiasiyanın səviyyəsini hesablayır, qrafikin köməyi ilə alınmış vaxta gətirir (şəkil 16.8) və ya radiasiya xətkəsi ilə hesablayırlar. Məsələn, dozimetrist kəşfiyyatçı partlayışdan bir saat sonra radiasiyanın səviyyələrini ölçür. Bu 44r/saata bərabər olur. Bunu partlayışdan 10 saat keçəndən sonra hesablayaq. Bunun həlli şəkildə xətlər-

lə, oxla göstərilmişdir. Təyin olunacaq radiasiyanın səviyyəsi saatda 3 r/saatdır. Radiasiya səviyyəsinin partlayışdan sonra 10 saatdan 1 saata hesablanması əks qaydada olur, yəni D nöqtəsindən S, V, A nöqtələrinə hesablayırlar.



Şəkil 16.8. Radiasiyanın səviyyəsinin bir vaxtdan o biri vaxta hesablanması qrafiki və radiasiyanın səviyyəsinin A, B, V zonalarının sərhədlərində partlayışdan sonra hər hansı vaxtda təyin edilməsi.

FƏSİL XVII

RADİASIYA TƏHLÜKƏSİ VƏ DOZİMETRİK NƏZARƏT CİHAZLARI

17.1 Dozimetrik cihazlar haqqında məlumat

Müxtəlif mənbələrdən əmələ gələn tərkibində toz olan radioaktiv qaz tullantıları aşağı fəallığa malik çirkləndiricilər hesab olunur və bir çox halda borular vasitəsilə ətraf mühitə atılaraq atmosferdə səpələnir. Radioaktiv qazların təmizlənməsi üçün bütün mövcud toz tutucularından istifadə olunur. Yüksək dispers hissəciklərin tutulması üçün müxtəlif konstruksiyalı süzgəclər istehsal edilir.

Aparılan araşdırmalar və təcrübə işlərinin nəticələrinə əsaslanaraq qeyd etmək lazımdır ki, yüksək aktivliyə malik qaz tullantılarının emal olunması üçün onların tərkibində olan radionuklidlərin qatılığını artırmalı və sonradan saxlanması üçün basdırılmalıdır.

Havada yayılma qabiliyyətlərinə görə radioaktiv inert qazlardan təmizlənməsi üçün qazholderlərdən istifadə olunur. Bunların iş prinsipi ona əsaslanmışdır ki, yarım-parçalanma müddəti az olan radionuklidlərin (^{82}Ar -1,82 saat, ^{77}Kr -1,14, ^{88}Kr -2,77) bu sistemdə olduqları müddətdə parçalanmaya görə aktivliyin azalmasına əsaslanmışdır. Qazholderlərin hesablarını qazın sistemdə qalma müddətinin tənzimindən başlayırlar və aşağıdakı kimi təyin olunurlar:

$$T = 2,3 \frac{A_{bas} T \frac{1}{2}}{A_{son} 0,693}$$

Burada – A_{bas} , A_{son} uyğun olaraq başlanğıc və sonda maddələrin aktivliyidir;

$T \frac{1}{2}$ – radionuklidbrin yarım parçalanma müddətidir.

Konstruktiv göstəricilərin daxil olması üçün qazholderdə qazın sürəti 0,3 m/san götürülür.

Radiasiya nəzarəti ionlaşdırıcı şüalanmanın dozimetrvasitəsilə ölçülməsi yolu ilə həyata keçirilir.

Cədvəl 17.1-da radiasiya şəraitinə nəzarət etmək üçün istifadə olunan cihazların, cədvəl 17.2-də isə fərdi dozimetrik cihazların texniki xarakteristikaları göstərilmişdir.

$1r=2,58 \times 10^{-4}$ Kl/kq (Kl – Kulon)

Rad/san= 10^{-2} Qr/san (Qr – Qrey)

Son illər daha mükəmməl radiasiya ölçü cihazları tətbiq olunur. Bunlardan radon qazı üçün Detektor-indikator (RO-218 və RO-214), radioaktivliyin detektor-indikatoru (kvarteks-PD-8901 və PD-1503) göstərmək olar. Bu cihazlar əsasən məişətdə istifadə olunması üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Cədvəldə göstərilən dozimetrik cihazların əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onların ölçüləri kiçik, çəkirləri az və enerji tələbata cüzidir. Bu cihazlardan bəziləri (məsələn, İFKU – 1 və İKS – A) radiasiyanın qiyməti buraxıla bilən həddən yuxarı olduqda işıq siqnalları da verirlər. Bu da onların istifadə imkanlarını genişləndirir.

Onu da, qeyd etmək lazımdır ki, hal-hazırda istifadə olunan fərdi dozimetrlərin konstruksiyası təkmilləşdirilir, onların həssaslığı artırılır və bu cihazlardan müxtəlif şəraitlərdə istifadə etmək imkanı əldə olunur.

Cədvəl 17.1

Radiasiya ölçü cihazları

Cihazların ölçüsü	Ölçülən parametr, ölçü həddi	Şüalanma enerjisinin diapazonu	Ölçmənin əsas xətası, %	Cihazın qidalanması
DRQZ – 04	Ekspozisiya dozası, mkr $10,3 \times 10^4$	0,03	± 15	Dövrədən
	Yuyulma dozası, mkrad $10,3 \times 10^4$	1-25	± 15	—
	Ekspozisiya dozasının gücü, mkr/s $1,3 \times 10^3$	0,03 - 3	± 10	—
	Udulma gücünün dozası, mkr/s $0,1 - 10^4$	1,25	± 10	—
DPF 05	Ekspozisiya dozasının gücü, mkr/s 1×10^4	0,04-10	± 15	vakkumlu
	Ekspozisiya dozası, mr $0,1 - 1 \times 10^4$	—	—	—
DKC – 04	Ekspozisiya dozasının gücü, mr 0,1-150	0,05-3	± 25	—
	Ekspozisiya dozası, mr $1,0 - 10^{24}$	—	—	—

Cədvəl 17.2.

Fərdi dozimetrik cihazlar

Dozimetrik tipi	Ölçü həddi	Ölçülən şüalanmanın enerji diapazonu	Əsas xəta	Dozimetrik ölçüləri, mm
DK – 02	0,01:0,2	0,15:2,0	± 15	13×114
KUD – 2	0,005:1,0	0,15:3,0	± 15	17×111
KUD – 1	0,02:0,2	0,1:3,0	± 10	15×113
İFK – 2,3	0,02:0,2	0,1:7,0	± 20	60×40×6
İFKU – 1	0,05:2,0	0,1:1,25	± 25	67×33×16
İKS – A	0,5:1·10 ³	0,05:1,25	± 10	20×10

Mülki müdafiə (MM) sistemində dozimetriyanın əsas vəzifəsi – müxtəlif radiasiya şəraitində əhalinin, MM qoşunları və hərbiəşmənmiş dəstələrinin fəaliyyətini təmin etmək məqsədilə ionlaşdırıcı şüalanmaları aşkar etmək və bu şüalanmaların onlar üçün yaratdığı təhlükənin dərəcəsini qiymətləndirməkdir.

Dozimetriya vasitəsi ilə aşağıdakı işlər yerinə yetirilir:

1. Əhalinin həyat fəaliyyətinin və zədələnmə ocaqlarında xilas etmə və digər təxirəsalınmaz işlərin təhlükəsizliyini təmin etmək üçün şüalanmaların aşkar edilməsi və ölçülməsi;

2. Dezaktivasiya və sanitariya təmizlənməsi keçirilməsi zərurətini, bunların keyfiyyətini müəyyən etmək, habelə zəhərlənmiş ərzaq məhsullarından istifadə etməyin mümkünlüyünü, normalarını təyin etmək üçün müxtəlif obyektlərin zəhərlənmə dərəcələrinin ölçülməsi;

3. Radiasiya baxımından əhalinin və ayrı-ayrı adamların iş qabiliyyətini təyin etmək məqsədilə şüalanma dozalarının ölçülməsi;

4. Ərzaq məhsullarının, suyun, alafın radioaktiv maddələrlə zəhərlənmə dərəcələrinin laboratoriyalarda ölçülməsi.

Dozimetrik cihazları onların təyinatına, vericisinin tipinə, ölçülən şüalanmanın növünə və cihazın sxeminin çevirdiyi elektrik siqnallarının xarakterinə görə təsnif etmək olar.

Təyinatına görə bütün cihazlar aşağıdakı qruplara ayrılır:

• *İndikatorlar* – radiasiya kəşfiyyatı üçün ən sadə cihazlardır; bu cihazlar vasitəsilə şüalanmaları aşkar etmək, β və γ şüalanma dozalarının gücünü təxmini qiymətləndirmək mümkündür. Cihazlar işıq və ya səs siqnalı verən sadə elektrik sxeminə malikdir. İndikatorlar vasitəsilə doza gücünün artdığını və ya azaldığını təyin etmək olur. Belə cihazlarda verici olaraq qazboşalma sayğacı tətbiq edilir. Cihazların bu qrupuna DP-64 indikatoru aiddir.

• *Rentgenmetrlər* – rentgen şüalarının və ya γ -şüalanma dozaların gücünü ölçmək üçündür.

Belə cihazların ölçmə diapazonu rentgenin yüzə bir qismindən bir neçə yüz rentgen – saata (R/s) qədərdir.

Bu cihazlarda verici olaraq ionlaşma kameraları və ya qazboşalma sayğacları tətbiq edilir.

Rentgenmetrlər DP-3, DP-3B, DP-5A, B, V, İMD-21, İMD-I və s. belə cihazlardır.

• *Radiometrlər* – müxtəlif səthlərin, avadanlığın, texnikanın, paltarların, havanın əsasən α və β hissəciklərlə radioaktiv zəhərlənməsini aşkar etmək və bu zəhərlənmənin dərəcəsini təyin etmək üçündür. Radiometr vasitəsilə az səviyyəli γ -şüalanmanı da ölçmək mümkündür.

Radiometrlərdə verici olaraq qazboşalma və ssintillyasiya sayğacları işlədilir.

Bu cihazlar daha çox yayılmış və geniş tətbiq olunurlar.

Universal bazalı QBR-3 cihazı, SRP-68-01, “Luç-A” beta-gamma radiometri, “Tiss” radiometri, DP-100 M, DP-100 ADM radiometrik qurğuları və s. belə cihazlardır.

• *Dozimetrlər* – zəhərlənmiş rayonda fəaliyyət göstərən bütün müddət ərzində şəxsi heyətin aldığı cəmi şüalanma dozalarını (əsasən γ -şüalanma dozalarını) təyin etmək mümkündür.

Fərdi dozimetrlər kiçikölçülü ionlaşma kamerasından və plyonkalı fotokasetdən ibarətdir.

Kameralar komplektindən (dəstindən) və doldurma-ölçmə

tərtibatından ibarət cihaz dəstinə - fərdi dozimetrik nəzarət komplekti deyilir.

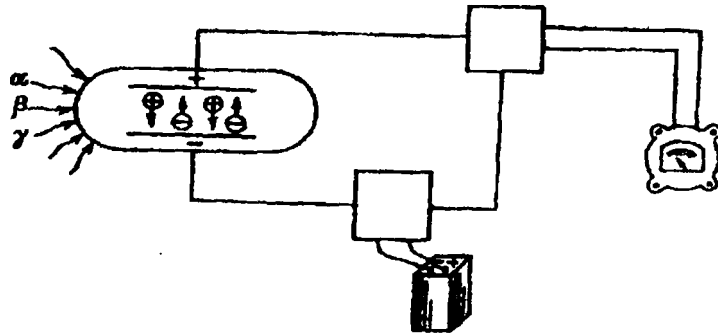
DK-02, DP-22V, DP-24, İD-1, İD-11 və s. cihazlar fərdi dozimetrlər komplektləridir. Vericilərin tipinə görə cihazları: ionlaşma kameraları, silindr formalı və kəllə qazboşalma sayğacları, ssintillyasiya sayğacları və fotomüqavimətli sayğaclar tətbiq olunan cihazlar növünə ayırmaq olar.

Ölçülən şüalanmanın növünə görə, cihazları – γ -şüalanma ölçən, β və α hissəcikləri ölçən cihazlara ayırmaq mümkündür.

Cihazın sxemində çevrilən siqnalların xarakterinə görə dozimetrik qurğular iki qrupa ayrıla bilər.

Birinci qrupa elə cihazlar aid edilir ki, burada nəzarət edilən şüalanmaların hissəcikləri və ya fotonları detektor vasitəsilə qısa, ardıcıl elektrik siqnallarına (impulslara) çevrilir. Bu qrup cihazların elektrik sxemi çevirici və impuls gücləndiricisi rolunu oynayır.

İkinci qrupa aid dozimetrik cihazlarda isə cihazın detektoru ona təsir göstərən şüalanmaları fasiləsiz sabit cərəyana çevirir.



Şəkil 17.1. Dozimetrik cihazın quruluşunun blok-sxemi

Belə halda cihazın sxemi sabit cərəyan gücləndiricisi və çevirici rolunu oynayır.

Müasir dozimetrik cihazların, demək olar ki, hamısı ionlaşma metodu əsasında işləyir. Cihazların əsas qovşaqları aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Vericilərin əsas tərkib hissəsi olmaqla, detektorlar, yəni ionlaşma kameraları

2. qazboşalma sayğacları və ya ssintillyatorla impulsların çevirici elektrik sxemi;

3. ölçmə və ya qeydetmə cihazları (cihazın ölçəcəyi fiziki kəmiyyət vahidlərinə bilavasitə dərəcələndirilmiş şkalalar).

Cihazın ümumiləşdirilmiş birtipli blok-sxemi 17.1-ci şəkilə verilmişdir.

17.2. İonlaşdırıcı şüalanmanın növləri və ölçü vahidləri

İonlaşdırıcı şüalanma və onların xüsusiyyətləri. Ümumiyyətlə radiasiya çirklənmələri dedikdə ətraf mühitə radioaktiv elementlər və radioaktiv şüalanmaların təsiri başa düşülür. Radiasiya çirklənmələri müxtəlif yanaşmalar tələb edən iki aspektdən qiymətləndirilir:

1) Radioaktiv şüalanmanın ayrı-ayrı növlərə və elementlərə təsiri;

2) Ətraf mühitə düşən radioaktiv elementlərin vəziyyəti və elementlərin bu maddələrin yayılmasına reaksiyası.

Atom silahının sınaqdan çıxarılması nəticəsində, təbii radiasiyanın pozulmasına təsir göstərən kəskin amillərdən hesab olunur. Digər amil kiçik nüvə energetikasının yayılmasıdır. Atom elektrik stansiyaları texniki cəhətdən nə qədər mükəmməl olsa da onlarda müəyyən risk faizi həmişə qalır və qalmaqdadır. Ümumiyyətlə dünya ölkələrində radioaktiv sızmalar müşahidə olunur və onlar bir fəlakətlərlə nəticələnir.

1986-cı ildə baş verən Çernobl qəzası göstərdi ki, bu enerji mənbələri bəşəriyyət üçün daha böyük təhlükə mənbəyidir.

İonlaşdırıcı şüalanmanın növləri. İonlaşma prosesi yüksək enerjiyə malik olan şüaların təsiri nəticəsində digər atomla birləşdirilənlərin mənfi və müsbət ionlar cütünün yaranmasına deyilir. Qeyd etmək lazımdır ki, günəş radiasiyası ionlaşma xüsusiyyətinə malik deyil. Fərz olunur ki, ionlaşma canlı orqanizmlərin zədələnməsinin (xüsusən sitoplazmanın) əsasını

təşkil edir. Bu zaman zədələnmə dərəcəsi, ion cütlərinin sayı ilə düz mütənasibdir. Təbiətdə ionlaşdırıcı şüalanmanın mənbəyi dağ süxurlarında olan radioaktiv elementlər və kosmosdan yer səthinə düşən şüalanmalardır. Həmin elementlərin izotopları ionlaşdıqca şüalanmalar buraxır və onlara radioaktiv izotoplar deyilir.

Məlum olduğu kimi, ionlaşdırıcı şüalanmaların üç növü vardır: α -alfa, β -beta və γ -qamma hissəcikləri. Bunlardan alfa və beta hissəcikləri korpuskulyar, qamma hissəciklərinin şüalanması isə elektromaqnit təbiətlidir. Korpuskulyar şüalanmada atom və subatom hissəcikləri öz enerjilərini toxunduqları hər bir maddəyə verirlər. Alfa hissəcikləri, daha doğrusu heliumun nüvəsinin ölçüləri başqa hissəciklərlə müqayisədə olduqca böyükdür. Lakin onların havada getdikləri yol cəmi bir neçə santimetr təşkil edir və onların hərəkətini adi kağızla saxlamaq mümkündür. Beta-hissəcikləri sürətli elektronlardır. Onların ölçüləri dəf etdikləri məsafəyə görə (havada bir neçə metr, hüceyrələrdə bir neçə santimetr) olduqca kiçikdir. Onlar öz enerjilərini hüceyrəyə bütün keçdiyi yol boyu tədricən verirlər. Yəni onlar hüceyrədə ionlaşmış iz buraxırlar.

Qamma şüalanmaları ancaq işıq seli kimi elektromaqnit təbiətlidir, lakin onların dalğa uzunluqları kiçikdir.

Onlar havada böyük məsafə qət edə bilir və istənilən maddənin tərkibinə daxil olaraq uzun yol keçərək enerjisini tədricən verir, daha doğrusu böyük bir məsafədə enerjini səpələyir. Məsələn, bu şüalar asanlıqla canlı orqanizmlərə daxil olur. Bir sıra hallarda o, orqanizmdən keçərək heç bir ionlaşma prosesi yaratmadığı halda, bir çox hallarda yolda güclü ionlaşma prosesi yaradır.

Qamma şüalarının orqanizmə təsiri onların sayından, enerjisindən, həmçinin orqanizm ilə şüalanma mənbəyi arasındakı məsafədən asılı olur. Beləliklə alfa, beta və qamma hissəciklərinin göstərilən ardıcılığı təsir xüsusiyyətini nəzərdən keçirsək aydın olar ki, get-gedə onların maddəyə keçmə intensivliyi art-

dığı halda onların təsirindən zədələnmələrin intensivliyi azalır.

Digər şüalanma mənbələri, birbaşa olmasa da dolayı yolla ekoloji tarazlığa təsir göstərirlər. Belə mənbələr neytronlar, rentgen və kosmik şüalarıdır.

Neytronlar – böyük ölçülü yüklənməmiş hissəciklərdir. Bu hissəciklər özləri ionlaşma yaratmırlar. Lakin onlar atomları öz stabil vəziyyətindən çıxaraq istiqamətlənmiş radioaktivlik yaradırlar ki, bunlar hüceyrə və materiallardan asanlıqla keçirlər.

Müəyyən olunmuşdur ki, udulmuş enerjinin miqdarı eyni olduğu təqdirdə “cəld” neytronların yaratdığı zədələnmələrin intensivliyi 10 dəfə, neytronların nəticəsində zədələnmələr isə 5 dəfə artır. Neytron şüalanması nüvə reaktorlarının yaxınlığında və nüvə partlayışları zamanı müşahidə olunur. Belə radioaktiv qlobal miqdarda bütünlüklə yayılma xüsusiyyətinə malikdirlər.

Rentgen şüaları – qamma şüalanmalarına yaxın şüalanmalardır. Bu şüalar qamma şüaları udan fərqli olaraq atom nüvəsində yox, onun elektron təbəqəsində yaranır. Bu şüalanmalar ətraf mühitə radioaktiv elementlər buraxmır. Rentgen və qamma şüalarının təsir xüsusiyyəti demək olar ki, eyni olsa da, rentgen şüalarının xüsusi qurğularla alınması vardır.

Kosmik şüalar – yer səthində kosmik fəzadan daxil olub, korpuskulyar və elektromaqnit dalğa təbiətlidir. Biosferdə kosmik şüaları intensiv paylanır. Kosmik şüalanma və ekoloji süxurların biosferada yaratdığı şüalanmanın qiymətinin məcmusuna fon radiasiyası deyilir. Bu radiasiyaya yer ekosistemləri adaptasiya olurlar. Fərz olunur ki, biotada olan genlər fon şüalanmasına görə mövcud olurlar. Biosferanın müxtəlif hissələrində fon radiasiyasının qiyməti müxtəlif olur və bəzi hallarda bir-birindən 3-4 dəfə fərqlənir.

Şüalanmanın ölçü vahidləri. Radiasiya hadisələrini kəmiyyətə qiymətləndirmək üçün iki növ ölçü həyata keçirilmişdir:

1. Radioaktiv elementlərin bölünmə xüsusiyyətindən asılı olaraq radioaktiv maddənin miqdarının təyini;

2. İonlaşma və zədələnmə halları yaradan udulmuş şüalanma dozasının təyini.

Aktivlik dərəcəsinin əsas vahidi kimi Kuri (Ki) qəbul edilib. Yəni, İKİ dedikdə 1 saniyə ərzində bölünən $3,7 \times 10^{10}$ radioaktiv izotop atomunun miqdarı başa düşülür. 1 Ki-yə uyğun gələn real maddə miqdarı müxtəlif izotoplar üçün müxtəlifdir. Yəni, yavaş bölünən maddələrlə sürətli bölünən maddə miqdarı arasında böyük fərq mövcuddur. Məsələn, radium elementi üçün 1 Ki 1 q-a uyğun gəlirdi halda, radioaktiv radium üçün az qiymət 10^7 təşkil edir. Bioloji nöqtəyi nəzərdən 1 Ki böyük qiymətdir. Ona görə də təcrübədə milli kuri (MKi) 10^{-3} Ki, mikro kuri (mKi) 10^{-6} Ki və nanokuri (nKi) 10^{-9} Ki qəbul edilir. Aktivlik dərəcəsi göstərir ki, radioaktiv mənbə nə qədər alfa və ya beta hissəcikləri və yaxud qamma şüalanması buraxır. Bu qiymət özü-özlüyündə şüalanmanın orqanizmə necə təsir etdiyini göstərir.

Şüalanmanın digər vacib aspekti olan doza müxtəlif vahidlərlə ölçülür. Bütün şüalanma tipləri üçün ən əlverişli ölçü vahidi radiandır. Radian elə bir şüalanma gücüdür ki, hüceyrənin hər bir qramı 10^{-5} C enerji alır.

Şüalanmanın köhnə vahidi olan rentgenə (P) əsasən qamma və rentgen şüalarının ölçülərindən istifadə olunur. Lakin canlı orqanizmlərə şüalanmanın təsiri qiymətləndirilərkən radiasiya və rentgen eyni xüsusiyyətə malik vahidlər kimi qəbul olunur. Rentgendən min və radiandan milyard dəfə kiçik olan milli rentgen (mP) və (mkrad)-dan istifadə olunur. Bunlardan ətraf mühitdə şüalanma səviyyəsini ölçmək üçün istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, radiasiya və rentgen ümumi şüalanma dozasının vahididir. Məsələn, orqanizm saatda 10 mk rentgen şüalanma qəbul edərsə, sutka ərzində 240 mkP şüalanma qəbul edir. Göründüyü kimi, şüalanmanın qəbul olunduğu müddətin rolu çox böyükdür.

İonlaşdırıcı şüalanmanı ölçmək üçün istifadə olunan cihazlar detektordan və elektron sayğacından ibarətdir.

Beta hissəciklərini ölçmək üçün qaz sayğaclarından qanıma və digər şüalanmaları ölçmək üçün bərk, yaxud maye esintolyator sayğaclarından istifadə olunur. Bu sayğaclarla xüsusi maddələr yerləşdirilir ki, görünməz şüaları görünən şüalara çevirirlər ki, onlar da fotoelektrik sistem vasitəsilə qeydə alınır.

17.3. Ətraf mühitdə böyük əhəmiyyət kəsb edən radioaktiv izotoplar

Kimya kursundan məlum olduğu kimi hər bir kimyəvi elementin müxtəlif cür atomları var və quruluşu ölçülərindən fərqlənir. Bu elementlərin bir hissəsi radioaktiv, digərləri isə belə xassəyə malik deyillər. Elementlərin belə variantlarını izotoplar adlandırırlar. Məsələn, karbonun, oksigenin və digər elementlərin bir neçə izotopu vardır. Radioaktiv izotoplar qeyri-sabitdir, parçalanmada bunlar şüalanma buraxaraq digər izotoplara çevrilir. Hər bir radioaktiv izotop özünün atom çəkisi və yarım bölünmə müddəti ilə səciyyələndirilir. Ekoloji nöqtəyi nəzərdən əhəmiyyətli radioaktiv izotoplar cədvəl 17.3-də göstərilmişdir. Cədvəldən görünür ki, ^{45}Ca - kalsium elementinin izotopudur. Onun atom çəkisi 65, yarımparçalanma müddəti 160 gündür.

Yarımparçalanma müddəti hər bir izotop üçün sabit kəmiyyətdir. Belə ki, xarici amillər izotopun parçalanma xassəsinə təsir göstərmirlər. Bu qiymət müxtəlif radioaktiv izotoplar üçün bir neçə saniyədən bir çox min illər təşkil edir. Cədvəl 17.3-17.5-də ekoloji əhəmiyyət kəsb edən izotopların yayılma xüsusiyyətinə görə siyahısı verilmişdir.

Şüalanmanın nüfuzetmə qabiliyyəti onun enerjisindən asılıdır. Ekoloji proseslər üçün əhəmiyyətli hesab olunan radioaktiv izotopların enerjisi 0,1-dən 5 mln elektron Volt MEV-a qədər olur. Enerji nə qədər böyük olarsa o, bioloji materiyalar üçün daha güclü potensial təsirə malik olur. Digər tərəfdən izotopun enerjisi böyük olduqda onu indikatorlar vasitəsilə qeydə almaq asan olur. Bu isə ona qarşı müəyyən tədbirlərin

həyata keçirməsinə imkan yaradır. Məsələn, yüksək enerjili kobalt – 60, sezium – 134, radioaktiv elementləri hətta müəyyən məsafədən izləmək imkanı əldə olunur.

Cədvəl 17.3

A qrupu – təbii fon şüalanmasında iştirak edən təbii izotoplar

İzotoplar	Yarım parçalanma dövrü	Şüalanma növü
Uran – 235 (^{235}U)	$7 \cdot 10^8$ il	Alfa, qamma
Uran – 238 (^{238}U)	$4,5 \cdot 10^9$ il	//—//
Radium – 226 (^{226}Ra)	1620 il	//—//
Torium – 232 (^{232}Th)	$1,4 \cdot 10^{10}$ il	//—//
Kalium (^{40}K)	$1,3 \cdot 10^9$ il	Beta, qamma
Karbon (^{14}C)	5668 il	beta

Cədvəl 17.4

B qrupu – orqanizmi təmin edən komponentlərin tərkibinə daxil olan bəzi izotoplar

İzotoplar	Yarım parçalanma dövrü	Şüalanma növü
Kalsium – 45 (^{45}Ca)	160 gün	Beta
Karbon – 14 (^{14}C)	5568 il	Beta
Kobalt – 60 (^{60}Co)	5,27 il	Beta, qamma
Mis – 64 (^{64}Cu)	12,8 saat	Beta, qamma
Yod – 131 (^{131}I)	8 gün	Beta, qamma
Dəmir – 59 (^{59}Fe)	45 gün	Beta, qamma
Hidrogen – 3 (tritium)	12,4 il	Beta
Fosfor – 32 (^{32}P)	14,5 il	Beta
Kalium – 42 (^{42}K)	2,6 il	Beta, qamma
Natrium – 22 (^{22}Na)	15,1 saat	Beta, qamma

Cədvəl 17.5

C qrupu - böyük miqdarda parçalanma məhsullarında

izotoplar	Yarım parçalanma dövrü	Şüalanma növü
Stronsium – 90 (^{90}Sr)	28 il	Beta
Stronsium – 89 (^{89}Sr)	53 gün	Beta
Sezium – 137 (^{137}Cs)	33 il	Qamma
Sezium – 134 (^{134}Cs)	2,3 il	Beta, qamma
Civə – 106 (^{106}Hg)	1 il	Beta
Civə – 103 (^{103}Hg)	40 gün	Beta, qamma
Sirkonium – 95 (^{95}Zr)	65 gün	Beta, qamma
Plutonium – 239 (^{239}Pu)	2,4-104 il	Alfa, qamma
Yod 131 (^{131}I)	Bax qrup B	
Uran	Bax qrup A	

V qrupuna isə daxil olan elementlər uranın və digər radioaktiv elementlərin bölünmə məhsuludur. Bu elementlər əsasən ona görə təhlükəli hesab olunurlar ki, onlar nüvə partlayışları və atom elektrik stansiyalarını istismar qaydalarının, yaxud normanın pozulması nəticəsində ətraf mühitə böyük miqdarda yayılır.

17.4. Canlılarda radiasiya həssaslığının müqayisəsi

Müxtəlif növ orqanizmlər güclü radiasiya şüalanmalarına qarşı müxtəlif dözümlüyə malik olurlar. Şəkil 17.2-də 3 növ orqanizmlər qrupunun məxsus canlılarının müəyyən dozalı rentgen, yaxud qamma şüalanmasına həssaslığı göstərilmişdir. Orqanizmlərin kiçik müddət (dəqiqə, saat) ərzində qəbul etdiyi böyük dozaya kəskin doza, əksinə Radiasiyaya daha dözümlü növlərini hamısını məhv etmək üçün isə 100 000 radium tələb olunardı. Digər orqanizmlərə nisbətən mikroorqanizmlər radiasiya şüalanmalarına daha davamlı olurlar.

Aşağı dozalı xroniki təsirləri ölçmək olduqca mürəkkəbdir.

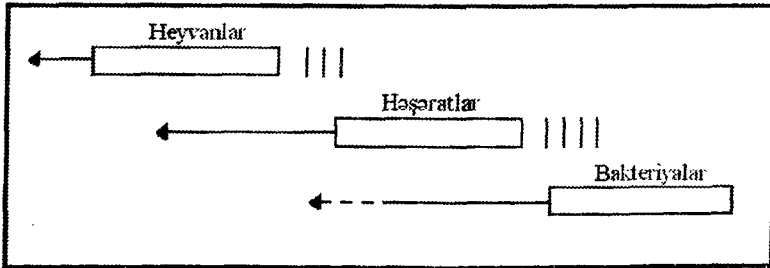
Çünkü belə şüalanmaların təsiri özünü on illər ərzində yavaş-yavaş göstərir.

Cədvəldən görünür ki, ekoloji nöqteyi nəzərdən əhəmiyyətli sayılan radioaktiv izotopları bir-birindən müəyyən xüsusiyyətlərinə görə yaxşı seçilən 3 qrupa (A, B, V) bölmək olar. A qrupuna daxil olan elementlər təbiətdə fon şüalanmasını yaranan elementlərdir. B qrupuna daxil olan elementlər isə bilavasitə bitki və heyvan orqanizminin tərtib edici elementləridir.

Bir çox hallarda bu genetik xüsusiyyətlərin dəyişilməsinə gətirib çıxarır. Məsələn, müəyyən olunmuşdur ki, (Sparrod 1962) şam ağacı 10 il müddətində sutka ərzində 1 rentgen şüalanmaya məruz qaldıqda onun boy atmasının təsir, dozanın kəskin qiymətdə (sutkada 60 P) olan təsirlə eyni olur.

Ali sistemlərdə ionlaşdırıcı şüalanmaya həssaslıq hüceyrə nüvəsinin ölçüləri ilə, daha dəqiq desək, xromosomun, yaxud DNK-nın həcmi ilə düz mütənasibdir. Xromosomun həcmi ölçüləri böyük olan sistemlər 1000 radium intensivliyində məhv olduqları halda, xromosom olan sistemlər hətta 50 000 radium şüalanmaya belə dözümlü olurlar. Bu onu göstərir ki, xromosomun həcm ölçüləri böyük olduqca, onlara şüalanma hissəcikləri ilə toxunma ehtimalı qat-qat artır.

Ali heyvanlarda bitkilər üçün yuxarıda göstərdiyimiz qanunauyğunluq qeydə alınmayıb. Yəni onların radiasiya həssaslığının qiymətini hüceyrə strukturu ilə asılılığı yoxdur.



Şəkil 17.2. Üç müxtəlif orqanizmin rentgen və ya qamma şüalanmasının həssaslığının müqayisəsi

Ali heyvanlar üçün əsas amil onların ayrı-ayrı orqanlarının şüalanmaya həssaslığıdır. Müəyyən edilmişdir ki, heyvanların onurğa beyninə təsir göstərən zəif şüalanmalar onlar üçün ciddi nəticələr verir.

Bəzən ekoloji tədqiqatlarda diferensial həssaslıqdan da istifadə olunur. Diferensial həssaslıq dedikdə bu və digər növün ona dözə biləcəyi dozanın qiymətindən nisbətən yuxarı dozalara da davamlı olmasıdır.

Orqanizmlər təbii şüalanmanın təsirinə uzun müddət məruz qaldıqları üçün bəzi hallarda onlar bu təsirə bir növ öyrəşirlər. Təbii radiasiyanın (radiasiya fonu) əsas üç mənbəyi vardır:

1. kosmik şüalar;
2. canlı orqanların tərkibinə daxil olan kalium-40 elementi ilə olanlar;
3. torpaq və dağ süxurlarında rast gəlinən təbii radioaktiv maddələrin miqdarına görə yarananlar.

Göstərilən üç mənbə yayılmasına görə də fərqlənir və radiasiyanın illik qiyməti aşağıda göstəriləndiyi kimi milli-radianla verilmişdir:

Dəniz səviyyəsində çöküntü süxurlarda $35+17+23=75$

Dəniz səviyyəsində qranit qayalarda $35+17+90=142$

3000 metr hündürlükdə qranit qaya $100+17+90=207$

Dənizin səthi $35+28+1=64$

Dənizin 100 metr dərinliyində $1+28+1=30$

Çox güman ki, ümumiyyətlə radiasiya effekti üçün aşağı hədd mövcud deyil. Çünki, genetiklər müəyyən ediblər ki, istənilən şüalanma səviyyəsi canlı orqanizm üçün zərərliyə. Sadəcə olaraq müasir texniki imkanlarda onların qiymətləndirilməsi mümkün deyil.

Dediklərimizi onunla əsaslandırmaq olar ki, son on illər ərzində insan üçün ən aşağı buraxıla bilən hədd iki dəfə aşağı salınmaqla dəyişdirilib. Müəyyən olunmuşdur ki, Yer üzərində canlı varlıqlardan radiasiya şüalanmasına ən həssas insandır. Buna görə də səviyyə ciddi nəzarətdə saxlanılır və bununla

bağlı tədbirlərin həyata keçirilməsi nəzərdə tutulur.

Onu da qeyd etmək ki, bütün yer kürəsinin əhalisi ionlaşdırılmış şüalanmaya məruz qalır. Onun mənbələri təbii, yaxud süni mənşəli ola bilər. Şüalanmanın təsir dərəcəsi “radiasiya ekvivalent dozası” ilə müəyyən edilir. SI sistemində ölçü vahidi Zivert (Zv) qəbul edilmişdir.

Beynəlxalq standartlara görə bir ildə insan bədəni ilə udulan radiasiyanın ümumi dozası, yəni onun miqdarı adi əhali üçün 5 mZv-dən artıq olmamalıdır. Aparılan araşdırmalardan məlum olmuşdur ki, Böyük Britaniya əhalisi üçün radiasiya dozası 2,39 mZvdir.

Təsadüfi güclü radiasiya orqanizmdə canlı hüceyrənin dağılmasına və ya məhv olmasına, şüa xəstəliyinin inkişafına və hətta ölümə gətirib çıxara bilər. Kitabın əvvəki fəsilərində də qeyd edildiyi kimi uzun müddət az intensivli şüalanma onkoloji xəstəliklərin – bəd xassəli şişlərin inkişafına və ya leykemiyanın, uşaqlarda anas dangəlmə fiziki çatışmazlıqların yaranmasına səbəb olur. Radioaktiv tullantıların çıxarılması və radioaktiv sızma problemləri son zamanlar çox geniş, ziddiyyətli şərtlərin yaranmasına səbəb olmuşdur.

İnsanların fəaliyyəti enerjiyə arımaqda olan tələbatlarının ödənilməsini yalnız ətraf mühiti saxlamaq və onun dağılmasını minimum həddə endirməklə qurtarmır, həmçinin ətraf mühitdən daha effektiv istifadə etməkdən ibarətdir.

17.5. Ekosistemlər səviyyəsində radiasiya effekti

Hal-hazırda bir çox şəraitdə qamma şüalanmasının bütöv ekosistemlərə təsirini öyrənirlər. Bu işlərdə qamma şüalandırıcı mənbə kimi kobalt 60-dan, yaxud sezium 137-dən istifadə olunur. bunların aktivliyi 10 000 Ki və ondan yuxarı götürülür.

Göstərilən mənbələr meşələrdə, çöllərdə və müxtəlif ölkələrin (ABŞ, İngiltərə, Fransa, Afrika ölkələri və b.) elmi-tədqiqat laboratoriyalarında yerləşdirilir.

Palıd-şam meşəsində yerləşdirilmiş şüalanma mənbələrinin

təsiri göstərilmişdir. Hər sutka ərzində şüalanma mənbəyi 20 saat “işləyib”.

Qalan 4 saat müddətində müşahidələr aparılıb və nümunələr götürülüb. Xroniki şüalanma intensivliyi mənbədən 10 metr radiusda, 1000 radium qiymətindən başlayaraq, ölçü cihazlarının şüalanmanın hiss edə bilmədikləri nöqtəyə kimi, daha doğrusu təbii fonun qiymətinə kimi olan məsafədə (təqribən 140 m) ölçülər aparılmışdır.

Şüalanmaya qarşı palıd şamdan daha dözümlüdür. Yuxarıda dediyimiz kimi bu onunla izah olunur ki, palıd ağacına nisbətən şam ağacının nüvəsi böyükdür.

Müşahidələr zamanı müəyyən olunmuşdur ki, radioşüalanmanın gündəlik dozası 2-5 radium olduğu sistemlərin boyatma qabiliyyəti azalır. Heyvanlar aləminin növ tərkibi aşağı düşür.

Palıd ağacları yüksək radiasiya şüalanmasında da (40-50 radium) məhv olmasalar da, onlar ilkin tərəvətlərini itirir və həşəratlara qarşı dözümsüz olurlar. Bəzi həşəratlar sürətlə artmağa başlayırlar. Məsələn, təcrübənin 2-ci ilində, gündəlik radiasiya şüalanması 10 radium olduğu müddətdə palıd qurusunun miqdarı, şüalanmaya məruz qalmayan ərazilərə nisbətən 200 dəfədən çox artmışdır.

Ümumiyyətlə, ərazilərin, atmosferin radioaktivliyini qismən zəiflətmək və ondan mühafizə olunması məqsədilə tərkibi xüsusi ağac növlərindən seçilmiş meşələrin salınması məqsədə müvafiqdir.

17.6. Əhalinin ionlaşdırıcı şüalanmalardan mühafizəsi

Antropogen təsirli ionlaşdırma mənbələrinin buraxıla bilən təsiredici dərəcəsi hər bir ölçünün radiasiya təhlükəsizliyi nöqtəyi-nəzərindən baxılır və normallaşdırılır. Bu normalara əsasən bilavasitə ionlaşdırıcı şüalanma mənbələrində işləməyən şəxslər iki qrupa bölünürlər.

A qrupu. Bu qrupa məhdud sayda şəxslər aid edilir ki, onların yaşayış və yaxud iş yerləri radioaktiv şüalanma mənbələ-

rinin təsirinə məruz qala bilərlər.

B qrupu. Bu qrupa ionlaşdırıcı şüalanma təsirinə böyük əhali kütləsinin (respublika, region, rayon) məruz qala bilməsi müəyyən edilir.

Axırıncı qrupa daxil olan şəxslər üçün şüalanma dozasının il ərzində həddi insanın ionlaşdırıcı şüalanmaya həssas olan üzvləri (orqanları) nəzərə alınmaqla üç qrupa ayrılır:

I qrupa – bütün bədən ümumilikdə və onurğa beyni;

II qrupa – əzələlər, qalxanabənzer vəzi, piy hüceyrələri, qaraciyər, böyrəklər, dalaq, mədə-bağırsaq;

III qrupa – dəri örtüyü, sümüklər, oynaqqlar və s. Orqanların qrupları üç il müddətinə aşağıdakı şüalanma dozası ilə ölçülür:

I qrup – 0,005;

II qrup – 0,025,

III qrup – 0, 03

Daxili şüalanma olduğu hallarda radionuklidlərin yaratdığı şüalanmanın həddi suyun və havanın tərkibində onların həcmi, konsentrasiyasının dozası (KD) əsas götürülür.

KD hesablanarkən il ərzində radionuklidlərin insan orqanizminə qəbul olunmuş su və atmosfer havasının həcminə nisbəti ilə təyin olunur. V qrupu üçün havanın həcmi $7,3 \cdot 10^6$ litr/il; suyun həcmi isə 800 litr/il təşkil edir. Atmosfer havasının tərkibinə daxil olan müxtəlif elementlər üçün qiymətlər cədvəl 17.6-da KD-nin qiyməti göstərilmişdir:

Cədvəl 17.6

Bəzi radionuklidlərin konsentrasiya dozası

Radionuklidlər	KD
^{41}Ar	1,81
^{85}Kr	96,2
^{88}Kr	1,15
^{133}Xe	51,8
^{135}Xe	9,25
^{137}Xe	2,15

Atmosfer havasının tərkibində naməlum tərkibli radionuklidlərdən olan şüalanma uyğun olaraq $3,7 \text{ bi/il}$; $3,7 \cdot 10^{-7} \text{ bi/il}$ təşkil edir. Göstərilən parametrlər isə suyun tərkibində uyğun olaraq $1,11 \cdot 10^3 \text{ bi/il}$; $1,11 \text{ bi/il}$ təşkil edir.

Yaşayış və inzibati binaların ionlaşdırıcı şüalanmadan mühafizə etmək üçün, onların ətrafında sanitar müdafiə zonaları yaradılmalıdır. Sanitar müdafiə zonalarının ölçülərini müəyyənləşdirmək üçün əsasən il ərzində tənəffüs və qidalanma prosesində orqanizmə düşən radioaktiv maddələrin buraxıla bilən həddi götürülür.

Radioaktiv maddələr işləyən müəssisələrdə nəzərdə tutulmayan radioaktiv tullantıların buraxıla bilən həddə yaxın və ondan yuxarı olmasının təsirini nəzərə alınması üçün müşahidə zonaları yaradılır.

Müşahidə zonalarının sahəsi adətən sanitar müdafiə zonalarının sahəsindən 3-4 dəfə böyük olur və orada radiasiya nəzarəti həyata keçirilir.

Atom sənayesi və nüvə energetikası sahələri üçün sanitar müdafiə zonaları əhəlinin sayından asılı olaraq aşağıdakı kimi seçilir:

Cədvəl 17.7

Sanitar müdafiə zonaları

Əhəlinin sayı, min nəfər	Məsafə, km
100 və daha çox	—
300	25
500	30
1000-2000	40

Əgər atom energetika qurğuları və yaxud nüvə tədqiqat reaktorları bilavasitə böyük şəhərlərin ərazisində yerləşdiyi halda, əhəlinin mühafizəsi üçün çox güclü mühafizə sistemləri tətbiq olunur. bu mühafizə sistemlərinə həm daxildən, həmçinin xaricdən nəzarət olunur. Belə ki, obyektin ətrafında radiasiya fonunda baş verən dəyişikliklər daimi nəzarətdə saxlanılır.

17.7. Radioaktiv tullantıların aktivlik dərəcəsinə görə qruplaşdırılması və onlardan mühafizə

Ətraf mühitdə ionlaşdırıcı şüaların əsas mənbələrindən biri radioaktiv tullantılardır.

Əvvəlki fəsillərdə göstərilmiş kimi radioaktiv tullantılar bərk, maye və qaz halında olub, aktivlik xüsusiyyətinə görə zəif, orta və güclü qruplara bölünürlər.

Maye radioaktiv tullantılar xüsusi aktivlik dərəcəsinə görə aşağıdakı cədvəldə (17.8) göstərilən 3 qrupa bölünür:

Cədvəl 17.8

Maye radioaktiv tullantıların xüsusiyyətləri

Qrup	Xüsusi aktivlik	Tullantıya təcrübi münasibət
Zəif aktivlik	$<3,7 \times 10^5$	Təmizlənir və ətraf mühitə buraxılır
Orta aktivlik	$3,7 \times 10^5 - 3,7 \times 10^{10}$	Təmizlənir və ətraf mühitə buraxılır
Yüksək aktivlik	$\leq 3,7 \times 10^{10}$	Saxlanmağa göndərilir, emaldan sonra basdırılır

Təsərrüfat – məişət kanalizasiya sistemində radioaktiv tullantılar o zaman buraxıla bilər ki, suda radioaktiv elementlərin qatılığı DK-nın miqdarından 10 dəfədən çox olmasın. Maye tipli radioaktiv tullantıların quyulara, xəndəklərə süzülmək üçün torpağa verilməsi, həmçinin balıq yetişdirilən su hövzələrinə buraxılması qəti qadağan olunur.

Əgər tullantıların miqdarı gün ərzində 200 litrdən çox deyilsə, o xüsusi tutumlara qablaşdırılır və basdırılması üçün lazımı yerlərə göndərilir. Əgər radioaktiv çirklənmiş suyun miqdarı gün ərzində 200 litrdən çox olarsa və onun aktivliyi 10 DK-dan yuxarı olarsa, müəssisədə təmizləyici qurğusu olan

xüsusi kanalizasiya ilə təmin olunmalıdır. Bu kanalizasiyada su dezaktivasiya olunduqdan sonra təkrar texnoloji prosesə qaytarılmalıdır.

Zəif və orta aktivlik dərəcəsinə malik olan suları xüsusi (ion mübadiləsi, kimyəvi üsul və s.) istifadə olunur.

Bərk radioaktiv tullantılar o zaman radioaktiv hesab olunur ki, a-şüalanmaları üçün onların xüsusi aktivliyi $7,4 \times 10^3$ Bk/kq (transuran elementlər üçün $3,7 \times 10^2$ Bk/kq), p – şüalanma üçün $7,4 \times 10^4$ bk/kq, y-şüalanma üçün 1×10^7 Bk/kq olsun.

Əgər bərk tullantıların radio aktivliyi yuxarıda göstərilən qiymətlərdən aşağıdırsa, o toplanıb basdırılmağa göndərilir. Əgər toplanmış tullantıların tərkibində yarım-parçalanma müddəti 15 gündən artıq olan radionuklidlər olarsa, onu xüsusi konteynerlərə toplayıb 15-20 gün saxladıqdan sonra basdırılmağa göndərilməlidir.

Radioaktiv tullantılar xüsusi yerlərdə, xüsusi konteynerlərdə basdırılır. Bu yerdən 1 metr məsafədə şüalanma gücünün dozası 0,1 - 3 m²/saatdan artıq olmamalıdır.

Basdırılan yerlərə radioaktiv tullantıların daşınması xüsusi təchiz olunmuş avtomobillərdə həyata keçirilir (maye tullantılar xüsusi sistemalarda daşınır).

Aşağı aktivli tullantıların basdırılması üçün rezervuar tipli xəndəklərdən istifadə etmək olar. Orta və yüksək aktivli tullantılar ciddi təhlükə mənbəyi hesab olunurlar. Bunlar basdırılmazdan qabaq bərk hala salınmalı, sonra isə dərinliyi 300-1000 m olan yeraltı şaxtalarda basdırılmalıdır. Böyük aktivliyə malik olan tullantılar basdırıldıqdan sonra böyük enerji ayrıldığından partlayış baş verə bilər. Belə tullantıların böyük dərinlikdə basdırılması məqsədəuyğun hesab olunur.

Beynəlxalq atom agentliyinin (MAQATE) tövsiyəsinə uyğun olaraq radioaktiv tullantıların basdırılması xüsusi proqram əsasında həyata keçirilməli və basdırılan ərazidə müxtəlif məsafələrdə nəzarət poçtları yaradılmalıdır.

17.8. İonlaşdırıcı şüalanmaların aşkar edilməsi və ölçülməsi üsulları

İonlaşdırıcı şüalanmaları aşkar etmək, onların enerjisini və digər xassələrini ölçmək üçün istifadə edilən cihazlara detektor deyilir. Detektor tədqiq edilən şüalanmaları ölçmək üçün istifadə olunan cihazların əksəriyyətinin, habelə mürəkkəb qurğuların vacib hissəsidir.

Detektorun iş prinsipi xeyli dərəcədə, şüalanma ilə detektor maddəsinin qarşılıqlı təsiri zamanı meydana çıxan halın (effektin) xarakteri ilə müəyyən edilir, cihazın işi (şüalanmam qeyd etməsi) ilə bu effektin aşkar edilməsi və ölçülməsi ilə əlaqədardır.

Məlum olduğu kimi, ionlaşdırıcı şüaların maddələrə keçməsi – elektronlar və atomun nüvələri ilə qarşılıqlı təsirin müxtəlif proseslərində onların enerjisinin itirilməsi ilə müşayiət olunur. Detektor özündə udulan şüalanma enerjisini, qeyd etmək üçün daha münasib olan digər bir enerji növünə çevirir. Adətən elə detektorlar tətbiq olunur ki, onlarda ionlaşdırıcı şüalanma enerjisi elektrik signalına çevrilir.

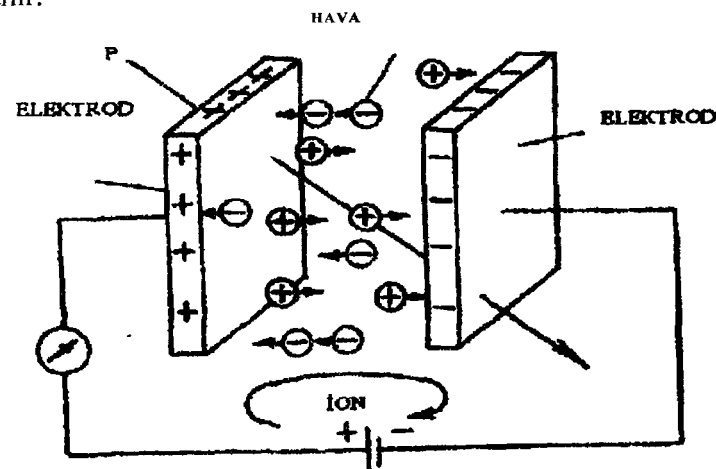
Detektorların əksəriyyətinin işi ionlaşdırıcı şüalanmadan maddənin ionlaşması, ya da onun atomlarının və ya molekullarının təsirlənməsi (həyəcanlanması) effektinin aşkar olunmasına əsaslanır. Qazlarda ionlaşma effektinin aşkar olunması əsasında işləyən detektorlara ionlaşma kameraları və qazboşalma sayğacları aid edilir.

İonlaşma kamerasında şüalanmanın yaratdığı elektronlar və müsbət ionlar elektrik sahəsi qüvvəsinin təsiri altında müvafiq elektrodlara tərəf hərəkət edir, nəticədə xarici dövrədə cərəyanın kəmiyyətinə görə ionlaşma effektini ölçmək mümkün olur (şəkil 17.3).

Qazboşalma sayğacında, ionlaşma kamerasından fərqli olaraq, ikinci ionlaşma hesabına qaz güclənməsi effektindən istifadə olunur ki, belə halda müvafiq elektrodlara çatan elek-

tronların və müsbət ionların sayı ionlaşma zamanı yaranan ionların sayından bir neçə dəfə artıq olur.

İonlaşdırıcı şüalanmalar bəzi maddələrdən keçərkən, təsirlənmiş atomların və ya molekulların öz normal! halına qayıtması nəticəsində *flüoressensiya* (ışıqlanma) baş verir. Işıq parıltıları fotoelektron gücləndiricisi vasitəsilə elektrik signalına çevrilir. Flüoressensiya hadisəsindən (effektindən) istifadə olunan detektorlar ssintillyasiya sayğacları (ışıqlanma sayğacları) adlanır.



Şəkil 17.3. İonlaşma kamerasının dövrəyə qoşulması sxemi

İonlaşdırıcı şüalanmalar enerjisinin maddələrdə udulması onların kimyəvi tərkibində dönməz dəyişikliklər törədən müxtəlif kimyəvi reaksiyalara səbəb ola bilər.

Belə kimyəvi reaksiyaların nəticəsini, yəni reaksiyada yenidən yaranmış son məhsulun miqdarının ölçməklə udulan enerjini təyin etmək mümkündür. Udulan şüalanmaların kimyəvi detektorları bu prinsipə əsaslanmışdır.

Şüalanmaları qeyd etmək üçün bu hallara, hansından istifadə edildiyindən asılı olaraq ionlaşdırıcı şüalanmaları aşkar etmək və ölçməyin: ionlaşdırma, ssintillyasiya, kimyəvi və

fotoqrafiya metodları mövcuddur.

Qoşun dozimetrik cihazlarında yuxarıda sayılan metodlar (əsasən, ionlaşdırma metodu) geniş tətbiq edilir. Ssintillyasiya, kimyəvi və fotoqrafiya metodlarından xüsusi hallarda istifadə olunur.

Aktivlik – radioaktiv maddənin vaxt vahidi ərzində radioaktiv çevrilmələrin sayı ilə ifadə olunan miqdar ölçüsünə deyilir.

Sİ (Beynəlxalq) vahidlər sistemində aktivlik vahidi olaraq bir saniyə ərzində bir nüvə çevrilməsi (parçalanma/saniyə) qəbul edilmişdir. Bu vahid bekkerel (Bk) adlanır. Aktivliyin sistemdən-kənar ölçü vahidinə Kuri (Ku) deyilir. Kuri - elə miqdar maddənin aktivliyidir ki, burada hər saniyədə $3,7 \cdot 10^{10}$ dəfə parçalanma baş verir. Aktivlik vahidi kuri 1 q radiumun (Ra) aktivliyinə bərabərdir.

Az miqdar aktivliyi ölçmək üçün törəmə vahidlərindən istifadə edirlər: millikuri (1 m Ku) = 10^{-3} kuri = $3,7 \cdot 10^7$ Bk; mikrokuri (1 mk Ku) = 10^{-6} kuri = $3,7 \cdot 10^4$ Bk.

Qamma-şüalanma mənbəyinin aktivliyini təyin etmək üçün çox vaxt xüsusi aktivlik vahidindən - radiumun milliqram-ekvivalentindən (mq-ekv Ra) istifadə olunur. 1 mq-ekv Ra aktivlik elə miqdar radionuklidə malikdir ki, o, qalınlığı 0,5 mm olan platin süzgəcdə yerləşdirilmiş 1 mq Ra-nın yaratdığı qədər doza gücü yaradır.

Əməli işlərdə, adətən, bir dəqiqədə baş verən parçalanmaların sayından istifadə edilir ki, belə halda radioaktivlik vahidləri aşağıdakı kəmiyyətlərə bərabər götürülür:

$$1 \text{ mk Ku} = 2,22 \cdot 10^6 \text{ parçalanma/dəq.}$$

$$1 \text{ m Ku} = 2,22 \cdot 10^9 \text{ parçalanma/dəq.}$$

$$1 \text{ Ku} = 2,22 \cdot 10^{12} \text{ parçalanma/dəq.}$$

Radioaktiv mənbənin saçdığı hissəciklər şüa seli yaradır ki, bu da bir saniyədə buraxılan hissəciklərin sayı ilə ölçülür. Səth vahidinə (kvadratmetr və ya kvadratsantimetr) düşən hissəciklərin sayı hissəciklərin selinin sıxlığını müəyyən edir: [hissəcik/(dəq·m²), hissəcik/(dəq·sm²) və s.]

Xüsusi aktivlik müxtəlif ölçü vahidləri ilə ifadə edilə bilər: Bk/ml, Bk/m², Bk/q, Bk/sm', Ku/l, Ku/kq və s.

Şüalanma dozası. İonlaşdırıcı şüalanmanın təsiri zamanı bioloji obyektlərdə (canlı orqanizmlərdə) baş verən şüa zədələnmələrinin dərəcəsi, dərinliyi və forması – ilk növbədə bu obyektdə udulan şüalanma enerjisinin kəmiyyətindən asılı olur. Bu göstəricini xarakterizə etmək üçün udulan doza anlayışından, yəni şüalanan maddənin kütlə vahidində udulan enerjinin miqdarı anlayışından istifadə olunur. Udulan dozanın vahidi olaraq hər kiloqrama düşən Coul (C/kq) qəbul edilmişdir.

Coul-kiloqram – şüalanan maddənin 1 kq kütləsində udulan hər hansı ionlaşdırıcı şüalanmanın 1 Coul enerjisinə bərabər dozadır.

Radiobiologiyada və radiogigiyenada udulan dozanı sistemdən kənar ölçü vahidi olaraq rad daha geniş işlədilir. Rad – udulan elə dozadır ki, bu zaman hər hansı maddənin bir qramında şüalanmanın növündən və enerjisindən asılı olmayaraq, 100 erq miqdarında enerji udulur. Radın törəmə vahidləri 0,001 rada bərabər olan millirad (mrad) və 0,000001 rada bərabər mikroraddır (mkrad).

Udulan dozanın Sİ sistemində yeni vahidi qrey (Qr) adlandırılır; 1 Qr maddənin 1 kq-da udulan 1 Coula bərabərdir: 1 Qr = 1-C = 100 rad.

Havadan törətdiyi ionlaşmanın effektivliyinə görə dozanı xarakterizə etmək üçün rentgen və γ - şüalanmaların ekspozisiya adlanan dozadan, yəni rentgen və γ - şüalanmaların kəmiyyət xarakteristikasından istifadə edilir ki, bu da onların ionlaşdırıcı təsirinə əsaslanır və elektron müvazinəti şəraitində havanın vahid həcmində yaranan eyni işarəli ionların elektrik yükünün cəmi ilə ifadə olunur. Rentgen və γ - şüalanmaların ekspozisiya dozası vahidi olaraq bir kiloqrama düşən kulon-kiloqram (Kl/kq) qəbul edilmişdir. Kulon-kiloqram – rentgen və γ - şüalanmaların elə ekspozisiya dozasıdır ki, bu zaman həmin şüalanmalarla əlaqədar meydana çıxan korpuskulyar emissiya

quru atmosfer havasının 1 kq-da 1kulon hər iki işarəli elektrik yükü daşıyan ionlar yaradır. Rentgen və γ – şüalanmaların ekspozisiya dozasının sistemdən kənar vahidi rentgen (R) adlanır

Rentgen – elə ekspozisiya dozasıdır ki, bu zaman onunla əlaqədar olaraq, meydana çıxan korpuskulyar emissiya $0,001293 \text{ q (1 sm}^3\text{)}$ havada bir elektrostatik vahid miqdarda hər iki işarəli elektrik yükü yaradır.

17.9. Doza gücünü ölçən cihaz (İMD-21)

İMD-21 doza gücünü ölçən cihaz qamma-şüalarının ekspozisiya dozalarının gücünü ölçmək və bu dozaların gücü müəyyən edilmiş həddin kəmiyyətindən artdıqda işıq signalı vermək üçündür.

Cihaz stasionar (İMD-21 S cihazı) və ya səyyar (İMD-21 B) obyektlərdə tətbiq edilir. O, ətraf mühitdə temperatur – 10° -dən $+50^\circ\text{S}$ -dək və 35°S temperaturda nisbi rütubət 98 %-dək olarkən normal işləyir.

İMD-21 ölçmə cihazı 80 keV-dən 2,6 MeV-dək (12,8-dən 416 fC-dək) enerji diapazonunda 1-dən 1000 R/saatadək ($7,17 \cdot 10^8$ -dən $7,17 \cdot 10^{-4}$ A/kq-dək) olan qamma-şüalanmanın ekspozisiya dozalarının gücünü ölçür və ölçmənin nəticələrini idarəetmə pultuna verə bilir.

Cihaz qamma-şüalanma üzrə ekspozisiya dozasının gücü müəyyən edilmiş 1; 5; 10; 50; 100 R/saat hədlərinin kəmiyyətlərindən artıq olduğu barədə signal verilməsini və məlumatın idarəetmə pultuna ötürülməsini təmin edir.

Ölçmə və signalın işə düşməsi müddəti 10 saniyədən artıq olmur. Cihazın iş rejimini müəyyən edən vaxt dəqiqədir.

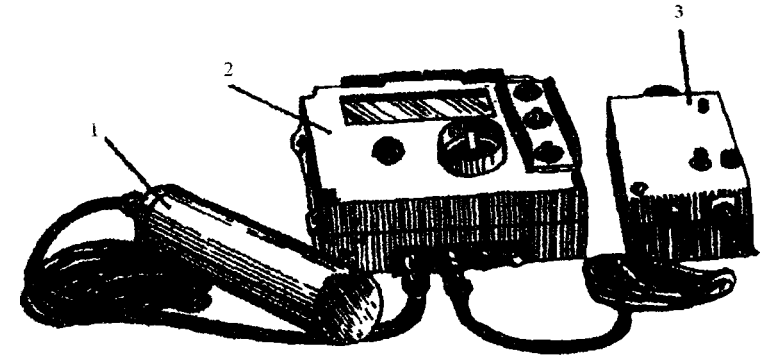
Cihaz gərginliyi 220 V və tezliyi 50 hs olan birfazlı dəyişən cərəyan şəbəkəsindən qidalandırılır.

Cihaz özünün detektirləmə blokunun, ölçmə kanallarının və signal sisteminin iş qabiliyyətini idarəetmə pultundan əllə yoxlamağa imkan verir.

Bu cihaz fasiləsiz surətdə gecə-gündüz işləyə bilir və detektirləmə blokuna birləşdirilmiş 200 m uzunluqlu kəbellə birlikdə işlədilmək üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Ölçmə cihazının komplektinə (şəkil 17.4) detektirləmə bloku, orta tezliyin ölçülməsi bloku və qidalandırma bloku daxildir.

Cihazın işə hazırlanması. Cihazın işə hazırlanması - idarəetmə pultunu və qidalandırma blokunu işə hazırlamaq proseslərindən ibarətdir.



Şəkil 17.4. Doza gücünü ölçən cihaz komplekti – detektor 2 – pult; 3 – qidalandırma bloku

Bu məqsədlə:

1. Cihazın bütün bloklarmı nəzərdən keçirməklə yoxlamaq, kəbellərin etibarlı birləşdiyini və cihazda mexaniki zədələnmələr olmadığını yəqin etməli.

2. Bloklarm idarəetmə dəstəklərini aşağıdakı ilkin vəziyyətlərdə qoymalı: idarəetmə pultunda – “Setğ” tumblərini “Vıkl” vəziyyətində; “Poroq” çevirgəcini “I” vəziyyətində; “Tablo” tumblərini – yuxarı vəziyyətdə; qidalandırma blokunda – “Setğ” tumblərini “Vıkl” vəziyyətində.

3. Cihazın iş qabiliyyətini aşağıdakı ardıcılıqla yoxlamaq:

- qidalandırma blokunun və idarəetmə pultunun “Setğ” tumblərini yuxarı vəziyyətə keçirməli; bu zaman qidalandırma

bloku şəbəkəsinin qoşulduğunu göstərilən indikatorun işığı yanmalı, idarəetmə pultunun tablosunda isə ən gec 10 saniyə “0000” rəqəmləri işıqlanmalıdır

- bundan 5 dəqiqə sonra “Proverka” düyməsini ən azı 10 saniyə basmalı; bu zaman rəqəmli tablonun göstəriciləri formulyarda göstərilən kəmiyyətlər həddində olmalı, “Poroq” indikatoru isə yanmalıdır.

Qeydlər: 1. “Proverka” düyməsi cihazın iş qabiliyyətinin bütün yoxlanması müddətində 1 dəqiqədən çox olmayaraq basılı vəziyyətdə qalmalıdır.

2. İonlaşdırıcı şüalanma olmayan hallarda idarəetmə pultunun rəqəmli tablosunda 100 saniyə ərzində çoxu 7 dəfə tezliyi ilə kiçik dərəcədən olan vahidlərin görünməsinə yol verilir.

İş qaydası. İş prosesində cihaza bir növbətçi operator xidmət edir. Operator cihazın ümumi quruluşunu, onun istismarı üzrə təlimatın tələblərini, bilməli, habelə cihazın idarəetmə pultuna asanlıqla yaxınlaşa bilməlidir. Ölçmə cihazı avtomatik surətdə işləyir, yəni o, qamma şüalanma üzrə ekspozisiya dozasının gücünü ölçməklə birlikdə, şüalanma səviyyəsinin müəyyən edilmiş hədd səviyyəsindən artıq olduğu barədə signal da verə bilir.

Radiasiya şəraiti normal olan hallarda idarəetmə pultunun “Tablo” tumblerini aşağı vəziyyətə keçirmək (bu zaman “Setg” indikatoru işıqlanır) signal rejimində işləmək məsləhət görülür. Bu, indikatorların istismar müddətini artırmağa imkan verir və orta tezliyin ölçülməsi blokunun istilik rejimini yüngülləşdirir. Şüalanmanın səviyyəsi müəyyən edilmiş hədd kəmiyyətindən artıq olduğu barədə signal verilərkən “Tablo” tumbleri yuxarı vəziyyətə keçirilməlidir.

Pultun rəqəmli tablosundakı göstəriciləri cihaz ilə qoşulandan ən azı 5 dəqiqə sonra hesablamaq lazımdır.

Tablodakı göstəricilər fluktuasiya edilib dəyişərkən (pultda ölçmələrin diskret xarakteri sayəsində) ölçülmüş kəmiyyət olaraq, 1 dəqiqə ərzində tablonun göstərdiyi ən kənar iki rəqəmin

orta kəmiyyəti götürülməlidir.

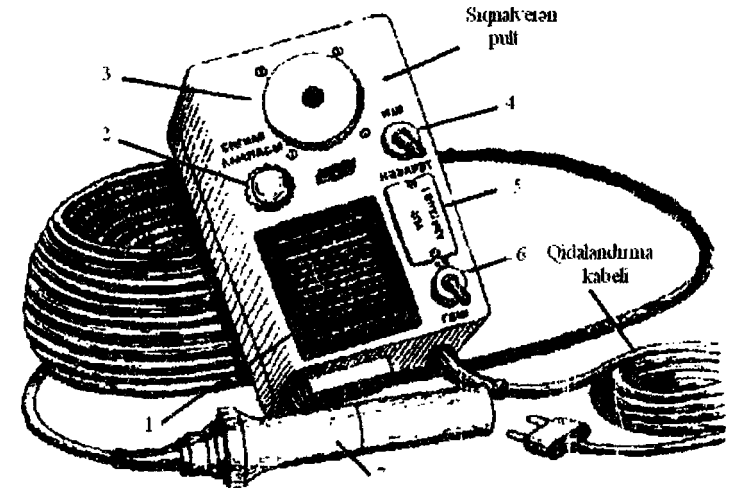
İş qurtarandan sonra idarəetmə pultunun və qidalandırma blokunun “Setg”, “Tablo” tumblerini “Vıkl” vəziyyətinə, pultun “Poroq” çevirgəcini isə “I” vəziyyətinə keçirmək lazımdır.

17.10. DP-64 indikator-signalizatoru

Cihazın təyinatı və texniki göstəriciləri. DP-64 indikator-signalizatoru fasiləsiz olaraq radiasiya müşahidəsi aparmaq və ərazinin radioaktiv zəhərlənməsi barədə xəbər vermək üçündür. Cihaz nəzarət rejimində işləyir və ərazidə şüalanma dozasının gücü 0,2 R/s-a çatanda bu barədə səs və işıq signalları verilməsini təmin edir.

Signalın işə qoşulması müddəti 3 saniyədən artıq olmur (şəkil 17.5).

Cihaz 127/220 V gərginlikli dəyişən cərəyan şəbəkəsindən və ya 6 V gərginlikli akkumulyatordan qidalanır, 40°-dən



Şəkil 17.5. DP-64 indikator-signalizatorunun ümumi görünüşü:
1 – cihazın işlədilməsi qaydası haqqında təlimat; 2 – signal lampası;
3 – elektromagnit dinamik; 4 – “Rabota-kontrol” (iş-nəzarət) tumbleri; 5 – “Frectoxranitel” (qoruyucu) yuvası; 6 – qida mənbəyinin tumbleri; 7 – verici.

+50°S-dək temperaturda və ətrafdakı havanın nisbi rütubəti 98%-dək olarkən işləyə bilər. Cihaz şəbəkəyə qoşulandan 30 saniyə sonra işə hazır olur. DP-64 indikator-signalizatorunun komplektinə cihaz, onun texniki təsviri, istismarı üzrə təlimat, formulyar, ehtiyat hissələri və ləvazimat daxildir. Cihazın vericisinə, 30 metr uzunluqda kabel vasitəsilə signal verən pult birləşdirilmişdir. Pult isə ikinci kabel vasitəsilə elektrik qida mənbəyinə birləşdirilmişdir; bu kabelin ucunda onu dəyişən cərəyan şəbəkəsinə qoşmaq üçün çəngəl və akkumulyator batareyasına qoşmaq üçün iki (+, -) çıxım vardır.

Vericidə ionlaşdırıcı şüalanma detektoru - STS-5 qazboşalma sayğacı və stronsium-90 (^{90}Sr radioaktiv nəzarət preparatı) yerləşdirilmişdir.

Cihazın işə hazırlanması üçün ardıcıl surətdə aşağıdakı işləri görmək lazımdır:

- əvvəlcə, signal verən pultu elektrik qida mənbəyinə qoşurlar; Akkumulyator batareyasından istifadə olunarkən kabelin çıxımlarını batareyanın klemələrinə qütüblüyü (polyarlığı) gözləməklə birləşdirmək lazımdır.

Əgər indikator-signalizator 127/220 V gərginlikli dəyişən cərəyan şəbəkəsindən qidalandırılacaqsə, onda qoruyucu, şəbəkədəki gərginliyin kəmiyyətindən asılı olaraq, qoruyucu yerləşən yuvanın içərisində işarə ilə göstərilmiş müvafiq vəziyyətlərdən birinə qoyulmalıdır.

Bundan sonra kabelin çəngəli şəbəkəyə qoşulur, cihazın “Vkl-vıkl” tumbləri “Vkl” (qoşulub) vəziyyətinə; “Rabota-kontrol” tumbləri isə “Kontrol” (nəzarət) vəziyyətinə keçirilir. Bu zaman əgər cihaz sazdırsa, işıq və səs signalları işə düşməlidir.

Daha sonra “Rabota-kontrol” tumbləri “Rabota” (iş) vəziyyətinə keçirilir və cihaz işə hazır olur.

17.11. DP-5A radiometr-rentgenmetri

Təyinatı. DP-5A səhra radiometr-rentgenmetri y-şüalanma səviyyələrini, habelə ərazinin və müxtəlif əşyaların y-şüalanma

nəticəsində məruz qaldığı radioaktiv zəhərlənməni ölçmək üçün nəzərdə tutulmuşdur (şəkil 17.6).

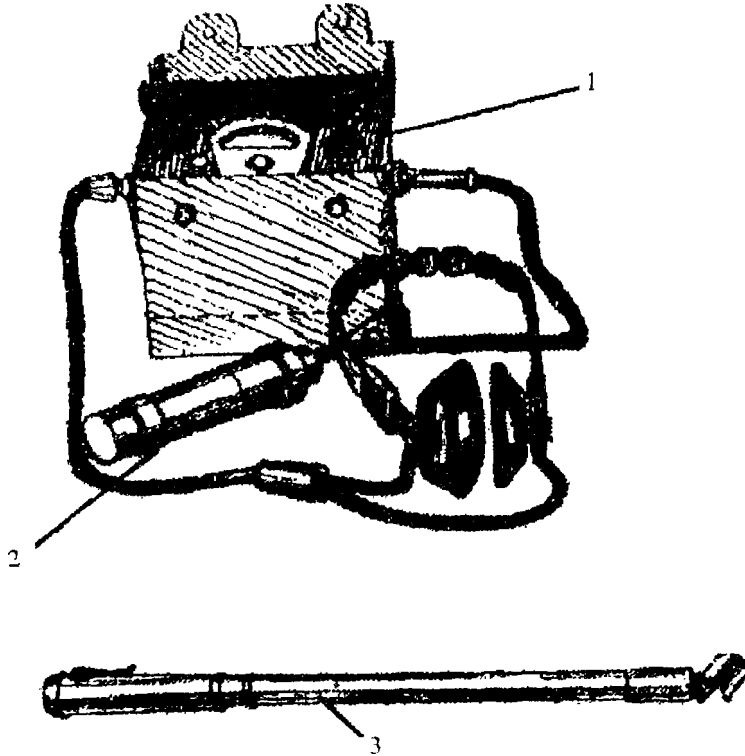
γ – şüalanma dozasının gücü, ölçmə zamanı cihazın müvafiq sayğacı yerləşən sahədə, millirentgen-saat (mR/s) və ya rentgen saatla (R/s) təyin edilir.

Cihazın quruluşu. Hər bir cihazın komplektində onun texniki təsviri, istismarı üzrə təlimatnamə və prinsipial sxemi olur. Texniki təsvirdə cihazın əsas xarakteristikaları müfəssəl surətdə şərh edilir və istismar qaydaları göstərilir. Burada həmçinin cihazın ümumi təsviri verilir və onun ancaq elə qovşaqları bütün təfəsilatı ilə nəzərdən keçirilir ki, radiometrik ölçmələr apararkən bu qovşaqlarla bilavasitə işləmək lazım gələcəkdir.

Cihaz aşağıdakı əsas hissələrdən ibarətdir: elastik kabelli zond, ölçmə pultu, telefonlar, nəzarət radioaktivlik mənbəyi saxlanılan futlyar. Bunlardan başqa cihazın komplektinə onun yeşiyi də daxildir; bu yeşikdə uzadıcı ştanq, qidalandırma qəlibi, ehtiyat hissələri və texniki sənədlər dəsti yerləşdirilmişdir.

Cihazın zond (şəkil 17.7) içərisində şüalanma detektorları, gücləndirici-normalizator və sxemin digər ünsürləri yerləşdirilmiş polad silindrdən ibarətdir. Burada şüalanma detektoru olaraq STS-5 və SI-3BQ tipli halogen sayğaqlardan istifadə edilmişdir.

Silindrin polad gövdəsində β -şüalanmanı indikasiya (aşkar) etmək üçün pəncərə vardır. Bu pəncərəyə suya davamlı etilsellüoz plyonka yapışdırılmışdır. Zondun gövdəsinə fırlanan silindr formalı bürünc ekran geydirilmişdir. Bu ekranda ölçüləri zondun gövdəsindəki pəncərənin ölçülərinə uyğun gələn pəncərə vardır. Ekran zond gövdəsinin uzunluğunu boyu bir qədər yerini dəyişə bilər. Ekranı müəyyən vəziyyətdə bərkitmək üçün onun səthində iki işarə edilmişdir. Silindrin gövdəsində fiksator üçün iki yarığı olan halqa formalı stopor çıxıntısı vardır.



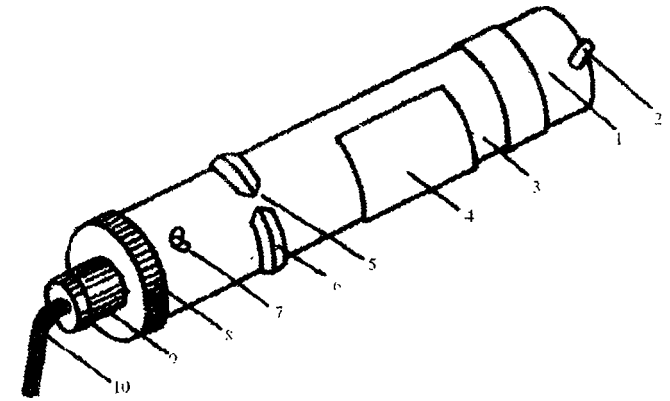
Şəkil 17.6. DP-5A rentgenmetrinin ümumi görünüşü
1 – ölçmə pultu; 2 – zond; 3 – uzaqlaşdırıcı dəstək

Ekran dayaq çəngəli yanındakı çəngəli qarşısında B vəziyyətinə keçirilərkən ekranın pəncərəsi zondun gövdəsindəki pəncərənin tuşunda dayanır. Ekranın belə vəziyyətində β - və γ - şüalanmaları bir-birinin tuşundakı hər iki pəncərədən və plastik kütlə plyonkalardan keçərək sayğaca daxil olur.

Ekranın fiksatoru dayaq çəngəli qarşısında Q vəziyyətinə keçirilərkən silindrik ekran zondun gövdəsindəki pəncərənin qarşısını kəsib onu örtür və sayğacları şüalanma keçməsinin qarşısını alır. Bu zaman sayğacda impulsar yalnız γ -şüalanmanın təsiri nəticəsində əmələ gələcəkdir.

Ekranın vəziyyətini dəyişmək üçün onu yüngülcə dayaq cihazına tərəf çəkmək (bu zaman fiksator stopor çıxıntısının yarığından çıxır) və lazımı qədər öz oxu ətrafında döndərmək lazımdır.

Zondun elektrik avadanlığı lövhə üzərində quraşdırılmışdır. Lövhə zondun gövdəsinə üst qayka vasitəsilə birləşir. Ölçmək rahat olsun deyə, zondun dəstəyi var. Zond 1,2 m uzunluqda elastik kabel vasitəsilə cihazın pultuna birləşdirilir.



Şəkil 17.7 DP-5A cihazının zondunu:

1 – zondun polad gövdəsi; 2 – dayaq civisi; 3 – fırlanan, silindr formalı kəsikli bürünc ekran; 4 – zondun örtüyündəki plastik kütlə lövhəciyi yapışdırılmış pəncərə; 5 – fiksator; 6 – stopor çıxıntısı; 7 – dayaq çəngəli; 8 – qayka; 9 – lövhə; 10 – elastik kabel.

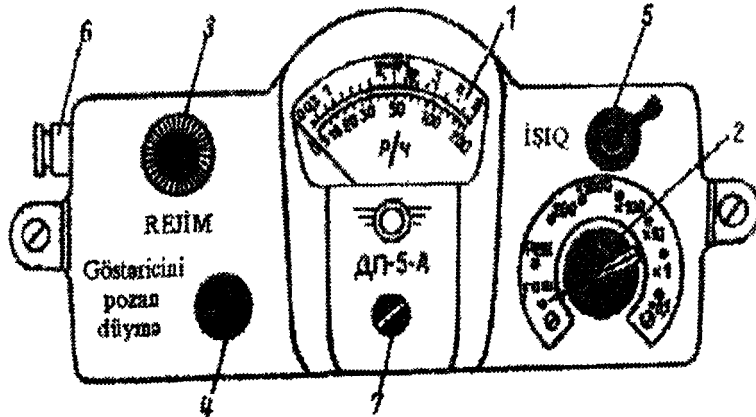
Ölçmə pultu (şəkil 17.8) aşağıdakı əsas qovşaqlardan ibarətdir: panel, örtük (gövdə), şassi və qida mənbələri yuvasının qapağı.

Panel – cihazın örtüyünün (gövdəsinin) yuxarı hissəsində yerləşir və on iki vintlə bərkidilir.

Mikrometrdən ibarət elektrik-ölçü cihazı iki üst və alt şkalaya malikdir. Üst şkalanın (şəkil 17.9) 16 bölgüsü var; bu

şkala 5 R/s-dək y-şüalanma səviyyələrini ölçmək üçündür. Cihaz ancaq II-VI yarım diapozonlarda işlədikən onun göstəricisi üst şkalada hesablanır. Alt şkalanın 18 bölgüsü var. Cihaz ancaq 1 yarım diapozonda işlədikən onun göstəricisi alt şkalada hesablanır. I yarım diapozonda 5-dən 200 R/s-dən olan y-şüalanma səviyyələri ölçülür.

Yarım diapazonlar çevirgəci (şəkil 17.9) səkkiz vəziyyətdə qoyula bilər. Bu yarım diapazonların təyinatı, burada aparılan ölçmələrin növü və kəmiyyətləri cədvəl 17.9-da verilmişdir.

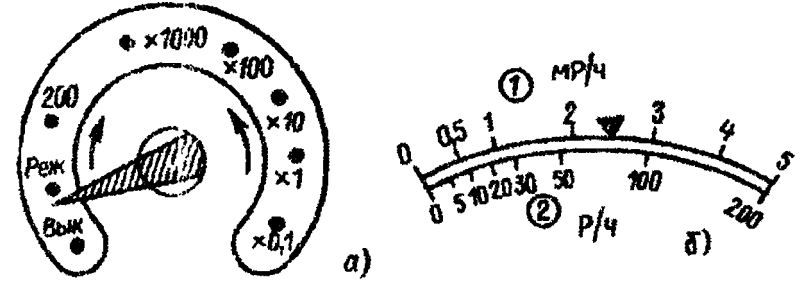


Şəkil 17.8. DP-5 radiometr-rentgenometrinin ön paneli:

1 – elektrik-ölçü cihazı; 2 – yarım diapazonlar çevirgəci; 3 – rejimi tənzimləyən potensiometr; 4 – cihazın göstəricisini pozmaq üçün düymə; 5 – şkalanın işıq tumbleri; 6 – telefon yuvası; 7 – əqrəbi sıfır üzərinə gətirmək üçün (qoruyucu) vint.

Şkalanın 0-dan birinci qiymətli rəqəmədək olan hissəsi ölçmələr zamanı işlək sahə sayılır. Buna görə də ölçmə vaxtı əgər cihazın əqrəbi bu sahədə dayanarsa, onda ölçmələri daha həssas olan digər yarım diapozonda aparmaq lazımdır.

Pultun gövdəsindəki yuvaya (6) qoşulan telefonlar birinci-dən başqa bütün yarım diapazonlarda işləyərkən, şüalanmanın intensivliyini səsə görə təxmini təyin etməyə imkan verir.



Şəkil 17.9. Yarım diapazonlar çevirgəcinin (a) və ölçmə yarım diapazonlarının (b) şkalaları: 1 – $\times 0$; $\times 100$; $\times 100$; $\times 1000$ yarım diapazonlarında λ şüalanma səviyyələrini ölçmək üçün şkala; 2-200 yarım diapozonda λ – şüalanma səviyyələrini ölçmək üçün şkala

Əqrəbi sıfırın üzərinə gətirən vintlər o vaxt istifadə edilir ki, cihazın göstəricilərini pozan düyməni (4) basarkən cihazın əqrəbi sıfır bölgüsü üzərində dəqiq dayanmır. Əqrəbi sıfır bölgüsünə dəqiq qoymaq üçün ön paneldəki qoruyucu vinti (7) qurub açmaq lazımdır. Bu vintin altında çökməkdə ikinci vint var. Həmin vinti burarkən əqrəbin yeri dəyişir. Zondun bərkidici qəlibinə onu ölçmə pultu ilə birləşdirən kabelin çəngəli geydirilir.

Cədvəl 17.9.

Yarım diapozonlar	Cevirgəc dəstəyinin vəziyyəti	Şkala	Ölçmə vahidi	Ölçmə hədləri	Ölçmə müddəti, san
I	200	0-200	R/s	5-200	15
II	$\times 1000$	0-5	M R/s	500-5000	15
III	$\times 100$	0-5	M R/s	50-500	40
IV	$\times 10$	0-5	M R/s	5-50	60
V	$\times 1$	0-5	M R/s	0,5-5	60
VI	$\times 0,1$	0-5	M R/s	0,05-0,5	60
–	Rejim	–	Yarım diapazonlar çevirgəcinin bu vəziyyətində cihazın qida rejimi tənzimlənir		
–	Vıkl	–	Cihaz bağlıdır		

Cihazın örtüyü də onun paneli kimi steklovoloknitdən hazırlanmışdır. Örtük panelə iki vint vasitəsi ilə birləşdirilmişdir. Örtüyün aşağı hissəsində elektrik mənbələrini yerləşdirmək üçün yuva vardır. Bu yuvanın qapağı örtüyə dörd vintlə bərkidilmişdir.

Cihazın hissələri quraşdırılan şassi örtüyün altındadır, onun quruluşu və hissələrin yerləşdirilməsi sxemi cihazın texniki təsvirində kifayət qədər geniş izah edilmişdir.

Qidalandırma bloku örtüyün aşağı hissəsindəki xüsusi yuvada yerləşir. Blokda 1,6 PMS-X-1 - 1,05 (KB-1) tipli batareyaları, A-336 elementlərini bərkitmək üçün yuvalar vardır. Batareyaların qoşulması sxemi yuvanın divarında həkk edilmişdir.

Cihaz atqıların vəziyyətindən asılı olaraq onu 3; 6 və ya 12 V gərginlikli sabit cərəyanla qidalandırmğa imkan verən qida qəlibinə malikdir. Bu qəlib cihazın yeşiyində saxlanır. Qida qəlibinin prinsipial sxemi və onun qoşulması sxemi cihazın texniki təsvirində verilmişdir.

Rejimi tənzimləyən potensiometr cihaza elektrik enerjisi verilməsini tənzim etmək üçündür. Cihazın normal işi ona elektrik enerjisi ancaq müəyyən rejimlərdə verilərkən təmin edilə bilər. Ölçmələrə başlamazdan əvvəl yarım diapazonlar çevirgəcini "Rej" (rejim) vəziyyətinə keçirirlər və "rejim" dəstəyini fırlatmaqla cihazın əqrəbini üst şkaladakı nişanın (τ) üzərinə gətirirlər.

Cihazın göstəricisini pozan düymə cihazın əqrəbini sıfır (0) vəziyyətinə dərhal gətirmək üçündür.

Şkalanı işıqlandırma tumblerindən gecələr istifadə olunur. Telefonlar kiçik ölçülü TQ-7M tipli iki baş telefondan ibarətdir və cihazın yan panelindəki rozetə qoşulur. Telefonlar səs indukasiyası üçündür. Telefonları qoşarkən səsə (çıxqılıtların sürətinə) görə şüalanmanın intensivliyini təxminən təyin etmək mümkündür.

DP-5A radiometr-rentgenmetrin işlədilməsi. γ -şüalanma dozalarının gücünü təyin etmək üçün: cihazı işə hazırlamaq, onun iş qabiliyyətini yoxlamaq və γ -şüalanmanın səviyyələrini

ölçmək lazımdır.

Cihazın işə hazırlanması. Cihazı yeşikdən çıxarmalı və nəzərdən keçirməklə onda mexaniki zədələnmələr olmadığını yəqin etməli.

Əgər cihaz ilk dəfə və ya uzun fasilədən sonra işə hazırlanırsa, ona qida mənbələri qoymaq və ya mənbələri dəyişmək lazımdır. Qida mənbələrini qoymaq üçün vintləri açıb qida mənbəyi yuvasının qapağını çıxarırlar, üç ədəd 1,6 PMS-X-1-1,05 (KB-1) elementlərini yuvaya, onun daxili səthindəki həkk edilmiş sxemə uyğun surətdə yeniləşdirirlər. Elementlərin kontaktları yaxşı tənzimlənmişdir.

Cihaza kənar sabit cərəyan mənbəyindən (3; 6 və ya 12 V gərginlikli) cərəyan verilərkən qida qəlibindəki iki atqı müvafiq vəziyyətə keçirilməlidir.

Lazımı halda müvafiq vint vasitəsilə ölçü cihazının əqrəbini şkalanın sıfır bölgüsü üzərinə gətirməli.

Çevirgəci "Rej" (rejim) vəziyyətinə keçirib cihazı qoşmalı. "Rejim" dəstəyini fırlatmaqla cihazın əqrəbini "Qara üçbucaq" (∇) nişanının üzərinə gətirməli.

"Rejim" vəziyyətində yoxlama zamanı əqrəb bir qədər hərəkət edə bilər, lakin bu zaman o, şkalanın qaralmış sahəsindən (qısa qövsdən) kənara çıxmamalıdır. Əgər cihazın əqrəbi "qara üçbucaq" (∇) nişanına çatmırsa, qida mənbələrinin yararlı olduğunu yoxlamaq lazımdır.

Cihazın iş qabiliyyətinin yoxlanılması. Cihazın iş qabiliyyətini onun futlyarının qapağında yerləşən nəzarət radioaktiv mənbə vasitəsilə yoxlayırlar. Cihazın iş qabiliyyətini bu mənbə vasitəsilə birinci yarım diapazondan savayı bütün yarım diapazonlarda yoxlamaq mümkündür.

İş qabiliyyətini bu qayda üzrə yoxlayırlar:

1. Nəzarət radioaktiv mənbənin qoruyucu lövhəsini (ekranını) öz oxu ətrafında fırladaraq mənbənin üstünü açırlar.

2. Zondu ekranın B vəziyyətinə keçirirlər.

3. Zondu dayaq nöqtələri vasitəsilə radioaktiv üzərində yerləşdirirlər.

4. Telefonları qoşurlar.

Cihazın iş qabiliyyəti telefonlarda eşidilən səsə (çıqkıltıya) görə təyin edilir. Cihaz sazdırsa, şüalanmanın intensivliyi artıqca və ya verici nəzarət preparatına yaxınlaşdıqca çıqkıltı sürətlənəcəkdir. Bu zaman ölçü cihazının əqrəbi X0,1; X1 yarım diapazonlarında – şkalanın sonunadək sağa dönməli; X10, X100 – yarım diapazonlarında bir qədər sağa dönməli, X1000 yarım diapazonunda isə azacıq sağa dönməlidir.

Qamma-şüalanma səviyyələrinin ölçülməsi. γ -şüalanma səviyyələrini ölçməzdən əvvəl cihazın rejimini və iş qabiliyyətini yoxlamaq lazımdır. Cihazın iş rejimi hər dəfə qamma-şüalanma səviyyəsini ölçməzdən əvvəl yoxlanmalıdır. Cihazın iş qabiliyyəti isə hər gün və ya fasiləsiz işdən sonra yoxlanmalıdır. γ -şüalanma səviyyələri yerdən 1 m hündürdə, yəni insanın ən vacib həyat mərkəzləri ("böhran" orqanları) yerləşən səviyyədə ölçülür.

DP-5A cihazı vasitəsilə γ -şüalanma dozalarının gücünü təyin etmək üçün:

a) zondun ekranını Q vəziyyətinə keçirməli;

b) yarım diapazonlar çevirgəcini 200 vəziyyətində saxlamalı (bu yarım diapazonda zondadakı saygac avtomatik surətdə dövrədən açılır, ölçmə bilavasitə aparılır). 15 saniyədən sonra ölçü cihazının alt şkalasında əqrəbin göstəricisini hesablamaq. Alman kəmiyyət γ -şüalanmanın rentgen-saatla səviyyəsini göstərir. Əgər hər hansı diapazonda cihazın əqrəbi olduqca az dönmürsə, onda ölçmələri daha həssas yarım diapazonda aparmaq lazımdır.

c) çevirgəci X1000 və ya X100 vəziyyətim (əqrəbin dönmə dərəcəsindən asılı olaraq) keçirməli. Bu yarım diapazonlarda – şüalanma dozasının gücü cihazın zonda qoyulan yerdə ölçüləcəkdir. Hesablama cihazın üst şkalasında, X1000 yarım diapazonunda ölçən zaman 15 saniyə sonra, X100 yarım diapazonunda ölçərkən 40 saniyə sonra aparılır. Üst şkalada əqrəbin göstərdiyi kəmiyyət diapazonunun γ -şüalanma dozasının mR/saatla ölçülən gücünə müvafiq gəlir.

Daha həssas – X10, X1, X0,1 yarım diapazonlarında da ölçmələr üst şkalada aparılır, əqrəbin göstəricisi 60 saniyədən sonra hesablanır. Şkaladakı göstərici müvafiq yarım diapazonunun əmsalına vurularaq γ -şüalanma dozasının gücü (mR/saatla) təyin edilir.

Ölçmələr zamanı hər hansı yarım diapazonda cihazın əqrəbi şkalanın sonunadək sağa dönmürsə, onda az həssas olan digər ölçmə yarım diapazonuna keçmək lazımdır.

Ölçmələr zamanı çalışmaq lazımdır ki, ölçülən kəmiyyət cihazın əqrəbi şkalanın sağ və ya sol kənarlarında olarkən hesablanmasın. Uzun müddət işləyərkən hər 30-40 saniyədən bir, cihazın iş rejimini yoxlamaq tələb olunur.

γ -şüalanma dozası yerdən 1 m hündürdə təyin edilir. Buna görə də diqqət yetirilməlidir ki, 200 yarım diapazonunda ölçmə apararkən cihazın pultu, qalan digər yarım diapazonlarda isə cihazın zonda 1 metr hündürlükdə saxlansın.

Qamma şüalanmanın səviyyələrini ölçmək və radioaktiv zəhərlənmənin sıxdığı təyin etmək üzrə misallar

17.10-cu cədvəldə DP-5A rentgenmetri ölçü cihazının əqrəbi I, II, III, IV vəziyyətlərində olarkən (şəkil 17.10) müxtəlif yarım diapazonlarda ölçülən γ -şüalanmanın səviyyələri (mR/saatla) göstərilmişdir.

Cihazdan düzgün istifadə etməyin əsas qaydaları.

1. Cihazın təmiz saxlanması.
2. Cihazı zərbə və təkanlardan qorumaq.
3. Cihazı günəş, güclü yağış və şaxtadan mühafizə etməli.

Cədvəl 17.10

Ölçü cihazının	Yarım diapazonlar					
	X 0,1	X 1	X 10	X 100	X 1000	200
	Millirentgen				Rentgen-saat	
I	0,4	4	40	400	4,0	150
II	0,28	2,8	28	280	2,8	92
III	0,2	2	20	200	2,0	50
IV	0,12	1,2	12	120	1,2	22

-

402

3. DP-5B cihazında radioaktiv nəzarət preparatı cihazın

futlyarının qapağının içəri tərəfində bərkidilmiş, DP-5V cihazında isə bu preparat zondun fırlanan ekranının altında yerləşdirilmişdir ki, bu da radioaktiv mənbənin hər hansı zədələnməsinin qarşısını alır və cihazın iş qabiliyyətini yoxlamaq prosesini asanlaşdırır.

4. DP-5B cihazını işə hazırlayarkən cihazın sxeminə verilən gərginliyin lazımı kəmiyyətini hər dəfə xüsusi "Rejim" potensiometrinin dəstəyini əllə fırladaraq tənzim etmək lazım gəlir, habelə ölçmələr zamanı da müntəzəm olaraq yarım diapazonlar çevirgəcini "Rejim" vəziyyətinə keçirib gərginliyi dəqiqləşdirmək tələb olunur. DP-5V cihazında isə elektrik sxemi bir qədər təkmilləşdirilmişdir: nəticədə cihazın sxeminə verilən gərginlik avtomatik surətdə tənzimlənir, bu cihazın işlədilməsini xeyli asanlaşdırır.

17.12. DP-22V dozimetrlər komplekti

Təyinatı və texniki göstəriciləri. DP-22V dozimetrlər komplekti şüalanma dozalarını ölçmək üçündür.

γ -şüalanma dozalarının gücü 0,5-dən 200 R/s-dək dəyişərkən dozimetrlərin ölçmə diapazonu 2-dən 50 rentgenədəkdir. Ölçmələrin orta xətası +10%-dir. Dozimetrlərin öz-özünə boşalması bir sutka ərzində 4 R-dən artıq olmur.

Dozimetrlər – 40°S-dən +50°S temperaturda və havanın nisbi rütubəti 98% olan hallarda işləyə bilər; bir komplekt qidalandırma mənbəyilə (1,6 PMS-U-8 tipli iki element) fasiləsiz iş müddəti 30 saat, dozimetrlin kütləsi 50 q, komplektin kütləsi 5,6 kq-dır. Doldurucu pultu işə hazırlamaq müddəti 1-2 dəqiqədir.

DP-22V dozimetrlər komplekti 50 ədəd birbaşa göstərən DKP-50A dozimetrlərdən, 3D-5 doldurucu pultdan futlyardan (qutu) və texniki sənədlərdən ibarətdir (şəkil 17.11).

Komplektin işə hazırlanması və işlədilməsi. Komplektin işə hazırlanması – onu həm nəzərdən keçirməklə, həm də komplektliyini yoxlamaqdan və DKP-50A dozimetrlərini doldur-

maqdan ibarətdir. Nəzərdən keçirməklə yoxlayarkən, dozimetrlərin məhz bu komplektə aid olduğunu və texniki sazlığını yəqin etmək lazımdır.

DKP-50A dozimetrləri işə hazırlamaq üçün onun tozdan qoruyucu kolpakını və doldurucu pultun "Zaryad" (doldurma) yuvasının kolpakını burub, açırlar. "Zaryad" dəstəyini saat əqrəbinin əks istiqamətində sonadək çevirir, dozimetri yuvaya yerləşdirib yüngülcə aşağı basırlar.

Operator dozimetrlin okulyarından müşahidə etməklə "Zaryad" dəstəyini saat əqrəbi istiqamətində tədricən fırladaraq telin kölgəsini dozimetr şkalasının sıfır bölgüsü üzərinə gətirir. Sonra dozimetrlin tozdan qoruyucu kolpaki öz yerinə geydirilir. Dozimetrlin göstəricisi onu işığa tərəf tutmaqla telin şaquli vəziyyətində hesablanır.

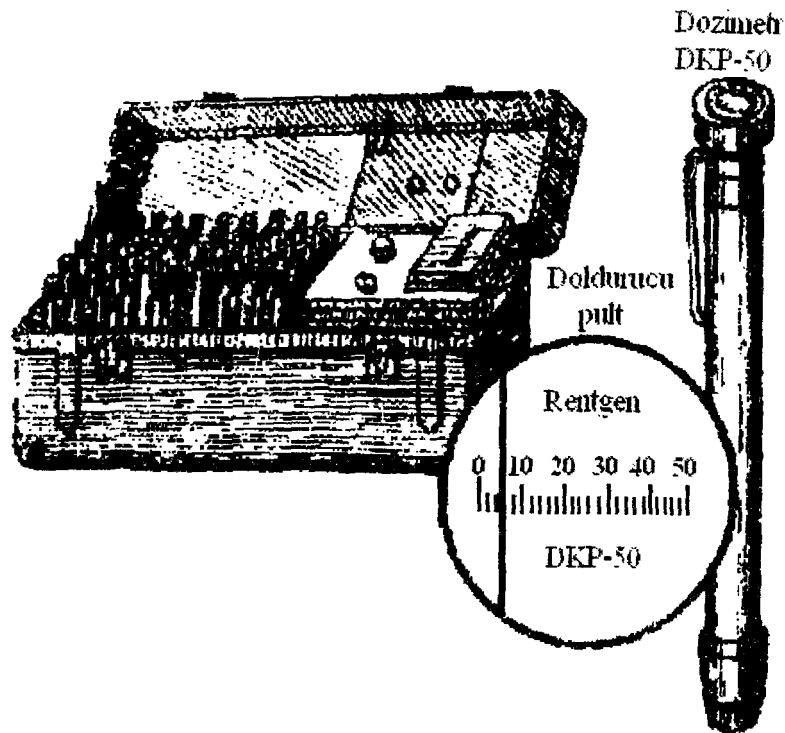
İşlədilməyən dövrdə dozimetrlər doldurulmuş halda quru binada, +20°S temperaturda, şaquli vəziyyətdə saxlanılmalıdır.

DP-24 dozimetrlər komplekti – 3D-5 doldurucu pultdan və beş ədəd DKP-50A dozimetrdən ibarətdir. Komplekt az heyətli mülki müdafiə dəstələri və müəssisələri üçündür. Cihazın işə hazırlanması və işlədilməsi qaydası DP-22V cihazında olduğu kimidir.

17.13. İİD-1 doza ölçən cihaz komplekti

Fərdi dozimetrlər komplekti udulan γ -neytron şüalanma dozalarını ölçmək üçündür; cihaz - 50°S-dən +50°S temperatur hədlərində, habelə havanın nisbi rütubəti 98%-dək dəyişərkən işləyə bilər.

Doldurucu pult dozimetrlin kondensatorunu doldurmaq üçündür. Dozimetr dozanın gücü 10-dan 366000 rad/s-dək olarkən 20-dən 500 radadək* diapazonda γ -neytron şüalanmasının udulan dozalarının ölçülməsini təmin edir. Ölçülən dozalar dozimetrlin içərisində yerləşən və radlarla dərəcələndirilmiş şkalada hesablanır. Dozimetrlərin göstəricisinin sabitliyi altı ay ərzində istismar zamanı ölçmələrin əsas ölçmə xətaləri hədlərində aparılmasını təmin edir.



Şəkil 17.11. DP-22V Dozimetrik komplekt

Dozimetrilər 3D-6 doldurucu pult vasitəsilə və ya çıxış gərginliyinin 180-250V hədlərində rəvan dəyişdirilməsinə imkan verən hər hansı (3D-5-dən başqa) doldurucu pult vasitəsilə doldurulur.

Komplekt titrəməyə, zərbəyə, təkana qarşı davamlıdır və istənilən növ nəqliyyat vasitələrində aparıla bilər.

Komplektin saz işləmə müddəti ən azı 5000 saat, xidmət müddəti ən azı 15 il, texniki ehtiyatı ən azı 10000 saatdır.

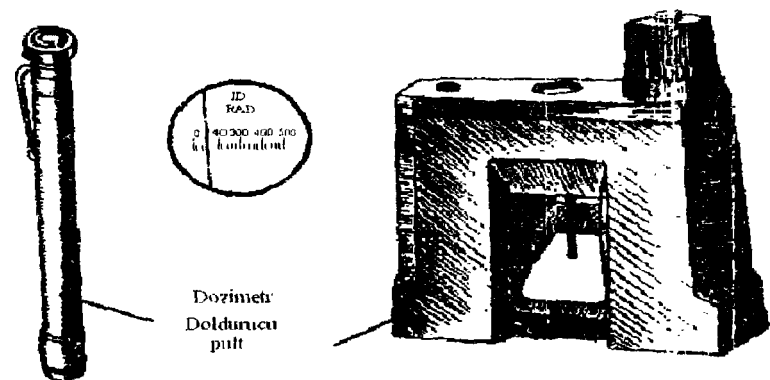
Futlyarla birlikdə komplektin ölçüləri, dozimetrlin və doldurucu pultun ölçüləri aşağıdakı kəmiyyətlərdən artıq deyil:

komplekt futlyarda olarkən – 1500 q;

doldurucu tutqacla birlikdə – 19 x 128,5 mm;

doldurucu pult – 105 x 37 x 122 mm.

Futlyarla birlikdə komplektin, dozimetrlin və doldurucu pultun kütləsi aşağıdakı kəmiyyətlərdən artıq deyil: komplekt futlyarda olarkən – 1500 qr; dozimetr – 40 q; doldurucu pult – 500 q.



Şəkil 17.12. Doza ölçən ID-1 cihazı

Komplektin quruluşu, işi və tərkib hissələri (şəkil 17.12). İstifadə etmək rahat olsun deyə, dozimetr quruluşca avtomat qələm formasında hazırlanmışdır.

O, mikroskopdan, ionlaşma kamerasından, elektroskopdan, gövdədən və kontaktlar qrupundan ibarətdir.

Fərdi dozimetrlər adamın aldığı γ - neytron şüalanmasının udulan dozasını kifayət qədər dəqiqliklə təyin etməyə imkan verir.

Dozimetrin iş prinsipi belədir: doldurulmuş dozimetrlə ionlaşdırıcı şüalanmalar təsir göstərərkən ionlaşma kamerasının mində ionlaşma cərəyanı yaranır ki, bu da kondensatorun və ionlaşma kamerasının potensiallarını azaldır.

Potensial, şüalanmanın dozasına proporsional sürətdə azalır. Potensialın nə qədər dəyişdiyini ölçməklə alınan doza barədə fikir yürütmək mümkündür. Potensial ionlaşma kamerasının

içəri-sindəki kiçik ölçülü elektroskop vasitəsilə ölçülür. Elektroskopun mühərrik sisteminin, platin telinin, - yerini dəyişməsi hesablama mikroskopu vasitəsilə ölçülür ki, onun da şkalası radlarla dərəcələşdirilmişdir.

Dozimetr şkalasının xətliliyini təmin etmək üçün ionlaşma kamerasının doldurma potensialı 180-250 V hədlərində seçilmişdir.

Doldurucu pultun (quruluşun) iş prinsipi belədir: dəstəyi saat əqrəbi istiqamətində fırladarkən ötürücü mexanizm pyezo-elementlərə təzyiq göstərir, bunlar isə əylərək öz uclarında potensiallar fərqi yaradır; bu potensiallar fərqi elə yönəlmişdir ki, dozimetrin ionlaşma kamerasının mərkəzi elektroduna mərkəzi mil vasitəsilə – müsbət, ionlaşma kamerasının xarici elektroduna isə gövdə vasitəsilə – mənfi elektrik yükü verilir.

Doldurucu quruluşun çıxış gərginliyini məhdudlaşdırmaq üçün pyezoelementlərə paralel surətdə boşaldıcı qoşulmuşdur.

İstismar zamanı komplektin mexaniki zədələnməsinin qarşısını almaq üçün aşağıdakıları nəzərdə tutmaq lazımdır:

- komplekti təkanlardan, zərbələrdən qorumaq, onu yerə salmamaq; apararkən (daşıyarkən) cihazları futlyarında yerləşdirmək;

- nəqliyyatda apararkən komplekti mümkün qədər kuzovun ön hissəsində yerləşdirmək;

- iş vaxtı komplekti çirklənmədən və iqlimin zərərli təsirindən (yağış, qar, bilavasitə günəş şüalarının təsirindən və s.) qorumaq.

İşi qurtarandan sonra komplektə texniki xidmət etmək lazımdır.

Dozimetri iş vəziyyətinə gətirmək üçün onu doldurmaq lazımdır. Doldurucu pult vasitəsilə dozimetrin doldurulması qaydası belədir:

- doldurucu pultun dəstəyini saat əqrəbinin əks istiqamətində sonadək çevirin;

- dozimetri doldurucu pultun doldurma-kontakt yuvasına

yerləşdirin;

- doldurucu pultu güzgüsü ilə birlikdə xarici işıq mənbə çevirin;

- güzgünü oxu ətrafında döndərməklə şkalanın maksimal işıqlanmasına nail olun;

- dozimetri aşağı basın və onun okulyarından müşahidə etməklə, doldurucu pultun dəstəyini saat əqrəbi istiqamətində o qədər fırladın ki, platin tel dozimetrin şkalasında 0 bölgüsü üzərində dayansın; sonra dozimetri doldurma-kontakt yuvasından çıxarın;

- dozimetri işığa tərəf tutub telin vəziyyətini yoxlayın; telin şaquli vəziyyətində onun kölgəsi 0 üzərində olmalıdır.

İonlaşdırıcı şüalanmaların təsir göstərdiyi sahələrdə iş zamanı dozimetri paltarın cibində gəzdirirlər.

Dozimetrin okulyarından vaxtaşırı müşahidə etməklə, telin dozimetr şkalasındakı vəziyyətinə görə, iş vaxtı akınan γ – neytron şüalanmasının dozasını təyin edirlər.

Telin əyilməsinin dozimetrik göstəricisinə təsirinin qarşısını almaq üçün hesablamaları telin şaquli vəziyyətində aparmaq lazımdır. (İD-1 komplekti haqqında daha geniş məlumat komplektin texniki təsviri və istismarı üzrə təlimatda verilmişdir).

17.14. Nüvə şüalanma detektoru

Nüvə şüalanma detektoru α zərrəcikləri və elementar zərrəcikləri qeydə almaq, saymaq, tərkibini təyin etmək, intensivliyini və enerji spektrlərini ölçmək üçün cihaz.

Nüvə şüalanma detektoru iki sinfə bölünür: sayğaclar və iz qeydediciləri. Sayğaclar vasitəsilə fəzanın müəyyən hissəsindən müəyyən anda keçən zərrəciklər qeyd olunur, onların enerjisi, yükü, sürəti və kütləsi təyin edilir. Heyker—Müller və Çerenkov sayğacları, lüminessent və yarımkeçirici sayğaclar belə sayğaclardandır.

İz qeydedicilərdə yüklü zərrəciyin izinin (trekinin) foto-

şəklə çəkilir. Bu, qeyri-stabil zərrəciklərin parçalanma proseslərini öyrənməyə imkan verir. Vilson kamerası, diffuziya kamerası, qabarcıqlı kamera, qığılıcım kamerası və qalınlaylı nüvə fotoemulsiyaları bu növ qeydedicilərdəndir. Nüvə şüalanma detektorunun iş prinsipi yüklü zərrəciklərin detektoru işçi həcmi dolduran maddə atomlarını həyəcanlandırmasına və ya ionlaşdırmasına əsaslanır. γ - kvantlar və neytronlar isə detektorun işçi maddəsi ilə qarşılıqlı təsirləri nəticəsində yaranan yüklü zərrəciklər vasitəsilə qeyd olunur. Nüvə zərrəciklərinin maddədən keçməsi sərbəst elektronların, ionların, işi parıltılarının (ssintillyasiya) yaranması, həmçinin kimyəvi və istilik dəyişiklikləri ilə müşayiət olunur. Bu səbəbdən şüalanmalar və zərrəciklər Nüvə şüalanma detektorunun çıxışında yaranan elektrik siqnal-larına və ya fotoemulsiyanın qaralmasına görə qeyd oluna bilər. Nüvə şüalanma detektorunun üstünlüyü onların effektivliyi, ayırdetmə qabiliyyəti (zamana, kütləyə, elektrik yükünə və enerjiyə görə), həssaslığı və s. ilə təyin edilir.

Ən sadə Nüvə şüalanma detektoru ionlaşma kamerasıdır. Kameranın elektrodları arasında potensiallar fərqi artırıldıqda, işçi həcmdə ilkin ionlaşma nəticəsində yaranan elektronlar sürətlənir və neytral qaz atomlarını ikinci dəfə ionlaşdırır, buna görə də kameranın çıxışında impulsların amplitudu artır. Bu artma ilkin düşən zərrəciyin yaratdığı elektron-ion cütlərinin sayı ilə (deməli, enerjisi ilə) mütənasib olduğundan, bu rejimdə işləyən kamera mütənasib saygac adlanır. Belə saygac zərrəciklər selinin həm intensivliyini, həm də enerjisini ölçməyə imkan verir. Elektrik sahəsinin intensivliyinin böyük qiymətində işləyən, eyni konstruksiyalı kamera Heyker—Müller saygacıdır.

Ssintillyasiya (lüminessent) detektorunun iş prinsipi flüoressensiya hadisəsinə əsaslanır. Nüvə zərrəcikləri ssintillyatorla (xüsusi maye, şəffaf plastmas və ya qeyri-üzvi kristal, təsirsiz qazlar və s.) qarşılıqlı təsirdə olduqda flüoressensiya nəticəsində işıq parıltıları alınır. Bu parıltılar fotoelektron gücləndirici-

ləri vasitəsilə elektrik impulslarına çevrilir. İmpulsların amplitudu düşən zərrəciyin enerjisi ilə mütənasib olduğundan, bu saygacda zərrəciklərin və ya kvantların enerjisini də ölçmək olur.

Kristal saygaclar daha effektivdir. İş prinsipi ionlaşma kamerasındakı kimidir. İonlaşma kamerasında yüklü zərrəcik sərbəst elektron və ion yaradırsa, kristal dielektrik (almaz, ZnS və s.) saygacda elektron-deşik cütləri əmələ gətirir. İşçi maddə kimi yarımkeçirici kristal götürülür. Yarımkeçirici Nüvə şüalanma detektoru nüvə şüalanmalarının enerji spektrlərinin ölçülməsində istifadə olunur. Sürətli zərrəciklərin enerjisini ölçmək üçün Çerenkov—Vavilov şüalanmasının qeyd olunmasına əsaslanan Çerenkov saygacından istifadə edilir.

17.15. Dozimetrik və kimyəvi nəzarətin təşkili

Zəhərlənmə ocaqlarında bütün mühafizə tədbirləri görüldükdə belə, radioaktiv şüalanma adamlara yenə də müəyyən təsir göstərə bilər. Bunun nəticəsində alınan zəhərlənmənin ağırlıq dərəcəsini və lazım olan tibbi yardımın həcmi, həmçinin ətraf mühitin çirklənmə dərəcələrini təyin etmək, eləcə də xüsusi təmizləmə işləri görülməsi lüzumunu aşkara çıxarmaq məqsədilə dozimetrik və kimyəvi nəzarət təşkil edilir. Zəhərlənmə baş vermiş sahələrdəki ərzaqdan, su mənbələrindən, əlafdan istifadə olunması imkanı və qaydaları da məhz belə nəzarət sayəsində müəyyən edilir. Zəhərlənmənin növündən asılı olaraq dozimetrik və ya kimyəvi nəzarət aparıla bilər.

Dozimetrik və kimyəvi nəzarət (DKİ) radiasiyadan və kimyadan mühafizənin tərkib hissəsini təşkil edir.

Radioaktiv zəhərlənmə hallarında keçirilən dozimetrik nəzarət-orqanizmin kənardan şüalanmasına nəzarətdən və müxtəlif səthlərin, o cümlədən də orqanizmin səthinin radioaktiv çirklənməsinə nəzarətdən ibarətdir.

Şüalanmaya nəzarət – adamların və kənd təsərrüfatı hey-

vanların məruz qaldığı udulan şüalanma dozalan barədə məlumat əldə etmək üçün aparılır.

Şüalanmaya nəzarətin qruplar üzrə nəzarət və fərdi nəzarət növləri olur. Şüalanmaya nəzarət nəticəsində əldə edilən məlumatlar əsasında radiasiya göstəriciləri üzrə əhalinin iş qabiliyyəti təmizləmə işlərinin habelə maddi vasitələrin və ərazinin zərərsizləşdirilməsi üzrə işlərin həcmi müəyyən edilir.

Radioaktiv zəhərlənməyə (çirklənməyə) nəzarət adamların, kənd təsərrüfatı heyvanlarının, eləcə də texnikanın, nəqliyyatın, fərdi mühafizə vasitələrinin, paltarların, ərzağın, suyun, ələfin və başqa obyektlərin radioaktiv maddələrlə zəhərlənməsi (çirklənməsi) dərəcəsini təyin etmək üçündür. Belə nəzarət obyektlərinin qamma (γ) – şüalanma üzrə zəhərlənmə (çirklənmə) dərəcəsini ölçməklə və yaxud beta (β) və alfa (α) şüalanmalar üzrə xüsusi aktivliyi təyin etməklə aparılır. Nəzarət başdan-başa və ya seçmə üsulla yerinə yetirilə bilər.

Şüalanmaya nəzarət məqsədilə, orqanizmə təsir göstərən radioaktiv şüalanma dozası bədən sathında doza ölçən – rad (və ya rentgen) adlı kəmiyyətlə ifadə edilir. Bu kəmiyyət əsasında şüalanmanın ehtimal olunan nəticələri, iş qabiliyyətinin itirilməsi dərəcəsi və tibbi yardım tədbirləri müəyyənləşdirilir.

Adamların kənardan şüalanmasına nəzarət fərdi surətdə və qruplar üzrə təşkil edilə bilər. Fərdi nəzarət zamanı adamların hər birinə, qruplarla nəzarət hallarında isə eyni şəraitdə qalan bir qrup adama bir İD-11 və ya digər tipli fərdi dozimetr verilir. Bütün hallarda hər bir əhali qrupunun, xüsusən də MM dəstələri şəxsi heyətinin, obyektlərdəki işçilərin şüalanma dozalarının ciddi uçuotu aparılır.

Bu zaman əşyanın səthinə qonmuş radioaktiv tozun törətdiyi şüalanmanın gücü, əsasən, DP-5 tipli cihazlarla ölçülüb millirentgen saat adlı vahidlə qiymətləndirilir. Ölçmə nəticələri yol verilən təhlükəsiz normalarla müqayisə edilir, çirklənmə normadan artıq olanda onu azaltmaq üçün tədbirlər görülür.

FƏSİL XVIII

ƏHALİNİN MÜHAFİZƏSİ ÜÇÜN PLANLAŞDIRILAN RADİASIYA DALDALANACAQLARI

18.1. Radiasiya daldalanacağı haqqında məlumat

Radiasiya daldalanacaqları (RD) və ya radiasiyadan qoruyan daldaldalanacaqlar – daldalanan adamların, ərazidə radioaktiv zəhərlənmə (çirklənmə) zamanı ionlaşdırıcı şüalanmadan, zərbə dalğasının təsir dairəsində (ehtimal olunan zəif dağıntılar zonasında) isə həmçinin dağılan konstruksiyaların qırıntılarından mühafizəsini təmin edən qurğulardır.

Sığınacaqlarla müqayisədə RD daha geniş əhəmiyyətə malikdir. Onlar həm şəhərlərin ehtimal olunan zəif dağıntılar zonasındakı müəssisələrin iş növbəsindəki fəhlələrin, həm də kənd yerlərindəki və iri şəhərlərdən köçürülən müxtəlif əhali qruplarının mühafizəsini nəzərdə tutur.

Radiasiya daldalanacaqlarını müəssisələrin əsas və yardımçı binalarının, müalicə ocaqlarının, ictimai və yaşayış binalarının zirzəmi, yarımsirzəmi (kursü) hissələrində və birinci mərtəbələrində, həcmnin aşağıdakı binalarda yerləşdirmək lazımdır:

- məktəb, kitabxana binalarında, habelə ictimai məqsədli binalarda;
- kinoteatr, mədəniyyət evləri pansionatları, istirahət evləri və bazalarının binalarında;
- mövsümü olaraq yanacaq, tərəvəz, ərzaq, təsərrüfat alətləri saxlanılan anbarlarda;
- kərpic və daş binaların zirzəmilərində və yerüstü mərtəbələrindəki otaqlarda.

Radiasiya daldalanacaqları üçün yer seçərkən mühafi-

zəedici konstruksiyaların ionlaşdırıcı şüalanmalardan mühafizəsini daha etibarlı təmin edən və zərbə dalğasının təsirinə daha davamlı olan zirzəmilərə və kürsülü mərtəbələrə üstünlük vermək lazımdır.

Radiasiya daldalanacaqların çoxmərtəbəli binaların birinci mərtəbələrində yerləşdirərkən ilk növbədə digər otaqlardan əsaslı divarlar və arakəsmələr ayrılan və təbii işığı olan yerlərdən (koridorlar, xollar, dəhlizlər və s.) istifadə etmək lazımdır.

Beləliklə, zərbə dalğasının təsir dairəsindəki radiasiya daldalanacaqları zirzəmilərdəki yerdən aşağı və kürsü mərtəbələrindəki otaqlarda, eləcə də yerüstü kərpic (daş) binaların birinci mərtəbələrindəki təcrid olunmuş otaqlarda, onların avadanlıqlaşdırılması üçün minimal əmək və vəsait sərfi nəzərdə tutulmaqla yerləşdirilməlidir.

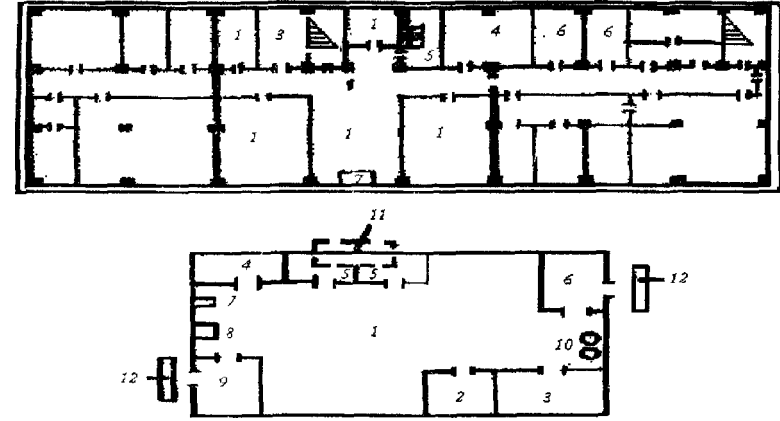
Radiasiya daldalanacağı əsas və yardımçı otaqlardan ibarət olur (şəkil 18.1).

Əsas otaqlar: daldalanma otağı, tibb məntəqəsi və lazımi hallarda – ana və uşaq otağı. Yardımçı otaqlar: sanitariya qovşağı, ventilyasiya otağı, çirklənmiş üst paltarları saxlamaq üçün otaqlar.

Daldalanma otağı – bura adamların xeyli müddət qala bilməsi üçün minimal rahatlığı təmin etməlidir. Burada oturmaq və uzanmaq üçün yerlər düzəldilir ki, onların sayı daldalanaların sayına uyğun olmalıdır.

Radiasiya daldalanacaqlarında otaqların döşəmə sahəsinin, həcmnin, oturmaq və uzanmaq üçün yerlərin ölçülərinin, eləcə də sanitariya-texniki xidmətlərin hesablanması normalan sığınacaqlarda olduğu kimidir.

Yeni layihələndirilən binalarda RD düzəldiləcək otaqların hündürlüyü bu binanın sülh dövründəki təyinatından asılı olaraq müəyyən edilir, lakin bütün hallarda döşəmədən üst örtük konstruksiyasının aşağı hissəsinədək məsafə ən azı 1,9 m olmalıdır.



Şəkil 18.1 Radiasiya daldalanacağının plan həlli (variantlar):

- 1 – daldalanma otağı; 2 – tibb məntəqəsi; 3 – ana və uşaq otağı;
- 2 4 – ventilyasiya otağı; 5 – sanitariya qovşağı; 6 – çirklənmiş üst paltarları saxlamaq üçün otaq; 7 sanitariya postu; 8 –köçürmə çıxış yolu; 9 – ehtiyat çıxış yolu; 10 – səyyar su qablan; 11 – zibil quyusu; 12 – ekranlayıcı divar.

Mövcud tikililərdə və qurğularda düzəldilən daldalanacaqlarda:

- otağın hündürlüyü 2,8-3 m olan hallarda – üçmərtəbəli taxtlar;
- otağın hündürlüyü 2,2-2,4 m olan hallarda – ikimərtəbəli taxtlar.

RD zirzəmilərdə, döşəməaltı sahələrdə, dağ-mədən yerlərində, kahalarda və hündürlüyü 1,7-1,9 m olan belə yeraltı sahələrdə düzəldilərkən birmərtəbəli taxtlar qoyulur və hər adam üçün döşəmə sahəsinin norması $0,6 \text{ m}^2$ -ə bərabər götürülür.

Fövqəladə hallarda RD istismar tələblərinə müvafiq olaraq ventilyasiya, istilik, su, kanalizasiya, işıq və rabitə ilə təmin edilir.

Binaların birinci və kürsü mərtəbələrindəki istənilən tu-

tumlu daldalanacaqda, eləcə də zirzəmidə yerləşdirilən 50 nəfərək tutumlu daldalanacaqlarda təbii ventilyasiyadan istifadə edilməsi, təbii ventilyasiyaya kifayət etməyən hallarda isə süni (məcburi) ventilyasiya yaradılması nəzərdə tutulur.

Süni ventilyasiyaya sistemində içəriyə hava vermək üçün elektrik intiqallı ventilyatorlardan istifadə edilir. Tutumu 300 nəfərdən artıq olan daldalanacaqlarda ventilyasiya otağı olmalıdır. Onun ölçüləri avadanlığın qabaritindən və ona xidmət etmək üçün tələb olunan sahədən asılı olaraq müəyyən edilir.

Tutumu 300 nəfər və bundan az olan daldalanacaqlarda ventilyasiya bilavasitə adamlar daldalanan otaqlarda yerləşdirilə bilər.

Sığınacaqlardan fərqli olaraq RD-də yalnız təmiz ventilyasiya rejimi nəzərdə tutulur. Daldalanacağa verilən havanın miqdarı bayırda havanın temperaturundan asılı olaraq hər adam üçün saatda 8-13 m müəyyən edilir. Müalicə müəssisələrindəki RD-yə verilən havanın miqdarı təmiz ventilyasiya rejimində 1,5 dəfə artırılır, sığınacaqların süzücü ventilyasiyaya rejimində isə hər adam üçün saatda 10 m³ hesabı ilə götürülür.

Mexaniki üsulla süni (məcburi) ventilyasiya şəraitində elektrik enerjisi kəsilən hallarda təbii ventilyasiyadan və ya ventilyatorlardan istifadə edilməsi və bu zaman hər adam üçün saatda 3 m³ hesabı ilə hava verilməsi nəzərdə tutulmalıdır.

Sənaye tərəfindən hazırlanan süzücü ventilyasiya avadanlığı olmadıqda RD-ya hava vermək üçün yardımçı vasitələrdən hazırlanmış ən sadə tərtibatlardan istifadə edilə bilər. Uducu süzgəc olaraq qumdan, cıncıldan, xırdalanmış şlakdan istifadə etmək mümkündür, havanı içəriyə vermək üçün müşənbəd və ya rezinli parçadan hazırlanan körük kisələr, velosipedlə hərəkətə gətirilən sadə mərkəzdənqaçma ventilyatorları və s. işlədilə bilər.

Sanitariya qovşaqları kişilər və qadınlar üçün ayrı düzəldilir. RD-də su təchizatı üçün xarici və daxili su kəmərlərindən istifadə olunması nəzərdə tutulmalıdır. Kəmərlərdə su kəsildik-

də və qəza halları üçün hər adama sutkada 2 l hesabı ilə sayyar su qablan qoyulacaq yerlər olmalıdır. Kanalizasiya sistemi olmayan binalarda çirkab suların yığılması üçün qəza cənləri qoyulması və onların nəcis daşıyan maşınlarla təmizlənməsi imkanları nəzərdə tutulmalıdır. Belə cənlərin tutumu hər adam üçün sutkada 2 l hesabı ilə müəyyən edilməlidir.

Daldalanacaqda qonşuluqda yerləşən digər binaların sanitariya texnikası avadanlığından qismən istifadə edilməsinə də yol verilir.

Çirkli üst paltarlar üçün otaq giriş yollarından birinin yanında düzəldilməli, adamlar daldalanan otaqlardan odadavamlılıq müddəti 1 saat olan odadavamlı arakəsmə ilə ayrılmalıdır. Belə otaqlar ümumi sahəsi hər adam üçün 0,07 m² hesabı ilə müəyyən edilməlidir.

Tutumu 50 nəfərək olan daldalanacaqlarda çirkli üst paltarlar üçün otaq əvəzinə giriş yollarında pərdə arxasında yerləşdirilən asqılar düzəldilir. Daldalanacağa giriş yerlərinin sayı onun tutumuna görə müəyyən edilir, lakin burada eni 0,8 m olan ən azı iki giriş yolu olmalıdır.

Tutumu 50 nəfərək olan daldalanacaqlarda ancaq bir giriş yolu da ola bilər. Belə hallarda şaquli pilləkəni və 0,6x0,9 m ölçülü bacası, ya da 0,7x1,5 m ölçülü pəncərəsi olan köçürmə çıxış yolu nəzərdə tutulmalıdır.

Giriş yollarında adi qapılar qoyulur; onların qapı çərçivəsinə qapanan yerləri daldalanacaq hazır vəziyyətə keçirilən dövrədə kipləşdirilməli, zərbə dalğasının təsir göstərəcəyi zonada isə qapılar təzyiqə davamlığa hesablanmalıdır.

Bundan əlavə, sığınacaqlar yerləşdirilən binaların bütün mühafizəedici konstruksiyaları zərbə dalğasının gücünə dözməlidir.

Binanın birinci mərtəbəsindəki konstruksiyaların divarlarına düşən belə gücün qiyməti zirzəmilərin və kürsü mərtəbələrin yeraltı hissələrinin divarlarına düşən gücün qiymətinə nisbətən daha çox olur.

Zərbə dalğasının təsiri zonasındakı binaların birinci mərtəbəsindən daldalanacaq kimi istifadə olunarkən, onların divarlarının möhkəmliyini artırmaq tələb olunur ki, bu da inşaat xərclərini artırır.

Daldalanacaqları zirzəmidə, kürsü mərtəbələrdə yerləşdirilərkən divarların möhkəmliyini artırmaq lazım gəlmir.

Çəpərləyici konstruksiyalar üçün inşaat materialları seçərkən nəzərə almaq lazımdır ki, materialın həcm çəkisi nə qədər yüksək olarsa, bir o qədər ionlaşdırıcı şüalanmadan yüksək mühafizə xassələrinə malik olur.

18.2. Konstruktiv həll

Radiasiya daldalanacaqlarının xarici mühafizəedici konstruksiyaları ərazinin radioaktiv zəhərlənməsi zamanı ionlaşdırıcı şüalanmaların zədələyici təsirindən ehtimal olunan zəif dağıntılar zonasında isə zərbə dalğasının təsirindən əhəlinin mühafizəsini təmin etməlidir.

Daldalanan adamların ionlaşdırıcı şüalanmadan mühafizə dərəcəsi radiasiya daldalanacağının layihələndirilməsi tapşırığında göstərilən radiasiyadan mühafizə əmsalına uyğun olaraq hesablama nəticəsində müəyyən edilir.

Xarici mühafizəedici konstruksiyalardakı daldalanacağı giriş-çıkış yolları üçün istifadə olunmayan oyuqlar binanı daldalanma rejiminə keçirərkən hörülüb bərkidilməli və bu zaman aşağıdakı şərt nəzərə alınmalıdır:

$$\beta = \frac{S}{V} \geq 0,006$$

burada S – xarici çəpərləyici konstruksiyalardakı oyuq bacaların sahəsi; V – radiasiya daldalanacağı otağının həcmi.

Hörgünün hər 1 kv. m-nin çəkisi mühafizəedici konstruksiyanın müvafiq çəkisinə bərabər olmalıdır.

Hörgü üçün, adətən, torpaq (qum), kərpic, dəmir-beton lövhələr, yaxud tirlər işlədilir. Oyuqları bərkidən hörgünün 1,7 m

maksimal hündürlüyü daldalanan adamların oyuqlardan birbaşa şüalanmasının qarşısının alınması üçün müəyyən edilmişdir. İki və üçmərtəbəli taxtlar qoyulan hallarda oyuqları bərkidən hörgünün hündürlüyü yuxarı taxtın hündürlüyündən 20 sm artıq olmalıdır.

Pəncərənin hörgüsüz yuxarı hissəsindən keçən radioaktiv maddələrlə daldalanacağın əsas otaqlarının çirklənməsinin qarşısını almaq üçün bu pəncərələrə pərdələr çəkmək, həmin otaqlara bitişik və onun üstündəki otaqların pəncərələrini isə yüngül asma qapaqlarla (lövhələrlə) örtmək nəzərdə tutulmalıdır.

Zirzəmilərdə, yerüstü yaşayış binalarında, ictimai binalarda və digər bina və ya qurğularda düzəldilən radiasiya daldalanacaqlarının mühafizə xassələrini bu yollarla yaxşılaşdırmaq nəzərdə tutulur:

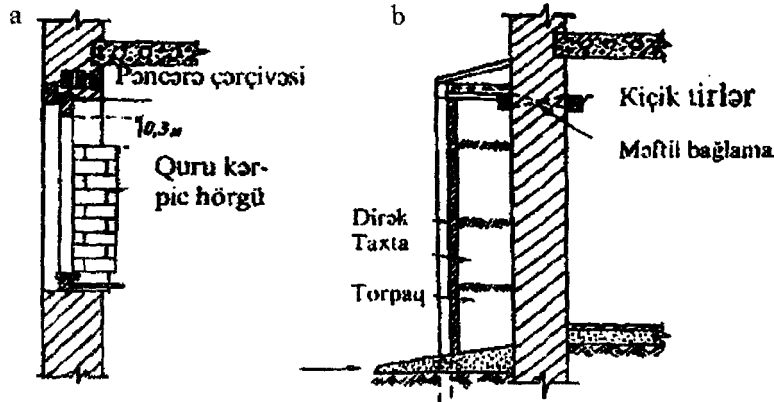
- yerüstü binaların xarici divarları qarşısında hündürlüyü döşəmə səviyyəsindən 1,7 m olan və daşdan, kərpicdən, torpaq doldurulmuş kisələrdən və s-dən ibarət divaryanı ekranlar (əlavə divarlar) düzəltmək;
- zirzəmilərin, döşəməaltı boşluqların yerdən yuxarı hissələrini bütün hündürlüyü boyu torpaqla örtmək;
- örtüyün üstünə əlavə torpaq qatı tökmək və bununla əlaqədar, *içəridən* tavanı dirək (tir) və dayaqlarla bərkitmək;
- mühafizəedici konstruksiyalarda artıq oyuqları hörüb bərkitmək giriş və çıxış yerlərinin qarşısında divar – ekranlar (çəpərlər) düzəltmək

Radiasiya daldalanacaqlarının mühafizə xassələrinin yüksəldilməsi məsələlərini daha müfəssəl nəzərdən keçirək:

1. Zərbə dalğasının təsiri zonalarından kənarda yerləşən və RD üçün uyğunlaşdırılan yerüstü binaların pəncərələrini döşəmə səviyyəsindən 1,7 m hündürlükdə hörgü ilə (torpaq doldurulmuş kisələr kərpicdən ibarət quru hörgü) bərkitmək. Pəncərənin (oyuğun) yuxarı hissəsində 0,3 m hündürlükdə işıq bacası saxlayırlar, o da uzanmaq üçün nəzərdə tutulan yerlərdən ən azı 0,2 m yuxarıda olmalı və pərdə ilə bağlanmalıdır

(şəkil 18.2,a).

2. Daşdan, kərpicdən, torpaq kisələrdən, ya torpaqdan döşəmə səviyyəsindən 1,7 m hündür səthi suvanmış divar - ekranlar düzəltmək (şəkil 18.2, b).



Şəkil 18.2. Divaryanı ekranların düzəldilməsi.

a - pəncərə yerlərinin bərkidilməsi; b - divaryanı ekranların düzəldilməsi;

3. Zirzəmilərin yerdən yuxarı hissələrini bütün hündürlüyü boyu torpaqla örtmək, pəncərə yerlərini taxta qapaq və ya lövhə ilə bərkitmək (şəkil 18.3, a);

4. Örtüyün üstünə əlavə torpaq qatı tökmək, içəridə tavanı saxlayan dirək (tir) və dayaq qoymaq (şəkil 18.3, b);

5. Giriş yerlərinin qarşısında döşəmə səviyyəsindən 1,7 m hündür olan, suvaqlı torpaqdan, daşdan, kərpicdən və s. materiallardan ibarət əlavə divar - ekranlar düzəltmək (şəkil 18.3, c).

Giriş yerindən ekranadək məsafə (V) bu düsturla müəyyən edilir:

$$B = \frac{A(\text{giriş eni})}{2} + 0,6 \text{ m}$$

Ekranlayıcı divarı binanın daxilində də düzəltmək olar.

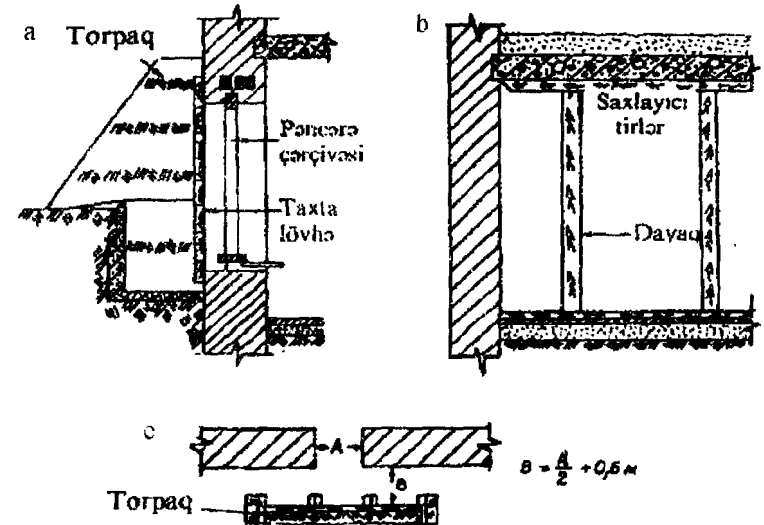
Radioaktiv çöküntülər keçməsin deyər, daldalanacağı bitişik və onun üstündəki otaqların pəncərə yerlərini qapaqlar, lövhələr və ya pərdələrlə örtmək.

Belə hallarda, radiasiya daldalanacağına radiasiyadan mühafizə əmsalını 0,8-ə (0,45-ə) vurmaq tələb olunur.

6. Mühafizəedici konstruksiyalardakı artıq oyuk - bacaları bağlayıb-bərkitmək.

Sadalanən bütün tədbirlər binaların daldalanacaq rejiminə keçirilməsi dövründə yerinə yetirilməlidir.

Mövcud bina və qurğuların birinci və kürsü mərtəbələrinin yüngül beton və yüngül kərpicdən hörülmüş divarları ionlaşdırıcı şüalanmanın təsirindən kifayət qədər mühafizə xassələrinə malik deyildir. Məsələn, 24 sm qalınlıqlı keramzit beton lövhələrdən ibarət divarlar radioaktiv maddələrlə çirklənmiş ərazidə γ- şüalanmanı yalnız 7 dəfə zəiflədə bilərsə, mövcud birtipli üst örtüklər ilkin şüalanmanı 4-5 dəfə, ikinci şüalanmam isə 30 dəfə zəiflədir.



Şəkil 18.3. Giriş yerində ekranlayıcı divarların düzəldilməsi v - zirzəmi divarlarının torpaqlanması; q - örtüyün üstünün torpaqlanması; g - giriş yerində ekranlayıcı divar düzəldilməsi.

Radiasiya daldalanacaqları birinci mərtəbələrdə yerləşdirilərkən daşdan, kərpicdən, torpaq doldurulmuş kisələrdən ekran düzəlməklə divarların mühafizə xassələrini artırmaq olar. Daldalanacaqlar zirzəmilərdə və kürsü mərtəbələrdə yerləşdirildikdə divarların və örtüklərin yerdən yuxarı hissələrini torpaq tökməklə möhkəmləndirirlər.

Üst örtüklərə torpaq tökmək mümkün olmayan hallarda, ilkin şüalanmanın təsirindən mühafizə üçün birinci mərtəbənin divarlardakı oyuqlarını hörüb bərkitmək lazımdır. Binaların birinci mərtəbələrində və ya avtomobil nəqliyyatı üçün giriş darvazası olan yeraltı qurğularda giriş yerlərinin qarşısında ekranlayıcı divar düzəldilməsi nəzərdə tutulmalıdır. Ekranın hər 1 m²-nin daldalanacağına xarici divarının 1 ra²-nin çəkisindən az olmamalı, yaxud şüalanmanın zəiflədilməsinə hesablanmaqla müəyyən edilməlidir.

Ekranlayıcı divarların qoyulacağı yer binanın istismar şərtləri ilə müəyyən edilir. Giriş yerindən ekranadək məsafə giriş qapısının (darvazasının) enindən 0,6 m artıq olmalıdır. Ekranlayıcı divar döşəmə səviyyəsindən 1,7 m hündür olmalıdır. Ekranlayıcı divar yerli materiallardan düzəldilir.

Daldalanan adamları giriş yerlərindən keçən ionlaşdırıcı şüalanmadan qorumaq üçün giriş yollarını 90°-li döngələr şəklində yerləşdirmək mümkündür, bu zaman giriş qapısının qarşısındakı divarın qalınlığı hesablama yolu ilə təyin edilir.

Daldalanacaqlara aşağıdakı tələblər verilir:

- bina və qurğuların xarici mühafizəedici konstruksiyaları ionlaşdırıcı şüalanmanın lazımi qədər zəiflədilməsini təmin etməlidir;

- divarlardakı oyuqlar və digər bacalar binam daldalanma rejiminə keçirərkən hörgülərlə bərkidilmək üçün hazır olmalıdır;

- daldalanacaqlar orada mühafizə olunacaq adamların iş və ya yaşayış yerlərinin yaxınlığında yerləşməlidir.

18.3. Radiasiya daldalanacaqlarının mühəndis-texniki avadanlığı

RD-nin mühəndis-texniki avadanlıqlarına bu sistemlər daxildir:

- ventilyasiya;
- isitmə;
- su təchizatı;
- kanalizasiya;
- elektrik təchizatı və rabitə.

Radiasiya daldalanacaqlarında təbii və ya mexaniki ventilyasiya tətbiq edilə bilər. Mexaniki ventilyasiya zirzəmilərdə yerləşdirilən tutumu 50 nəfərdən artıq olan daldalanacaqlarda, eləcə də *birinci* və kürsü mərtəbələrdə yerləşdirilən həmin tutumlu daldalanacaqlarda təbii ventilyasiya kifayət etmədikdə düzəldilir. Sənayedə hazırlanan süzücü-ventilyasiya qurğuları olmadıqda əlaltında olan materiallardan düzəldilən ən sadə hava təchizatı vasitələrindən geniş istifadə edilə bilər. Radiasiya daldalanacaqlarının otaqları binanın lazımi hallarda acıla bilən ümumi isitmə sistemindən qızdırılır.

Su təchizatı daxili və xarici kəmərlərdən nəzərdə tutulur, belə su kəmərləri olmayan hallarda hər adam üçün sutkada 2 l hesabı ilə səyyar su qabları qoyulması nəzərdə tutulmalıdır.

Kanalizasiya olan binalarda çirkab sulan xarici şəbəkəyə axıtmaqla, yuyulan ayaqyolu düzəldilməlidir. Xarici kanalizasiya xətti tutularkən binam çirkab sularından qorumaq üçün hökmən bağlayıcı tərtibat qoyulmalıdır. Lazımi hallarda kanalizasiya sistemində vurucu stansiya düzəldilməsi nəzərdə tutulur. Radiasiya daldalanacaqları xarici elektrik şəbəkəsindən, ya da səyyar elektrik fənləri vasitəsilə elektrik enerjisi ilə təchiz edilir. Səhiyyə idarələrinin cərrahiyyə profilli xəstəxanalarında və doğum evlərində yerləşdirilən radiasiya daldalanacaqları biri digərindən asılı olmayan iki müstəqil elektrik mənbəyindən elektrik enerjisi ilə təchiz edilməlidir.

Müəssisənin (idarənin) rəhbərliyi yerləşəcək radiasiya daldala-naçağında yerli mülki müdafiə qərargahı ilə telefon rabitəsi, habelə şəhər və yerli radio yayım şəbəkələrinə qoşulmuş səsucaldan cihaz olmalıdır. Digər radiasiya daldalanacaqlarında ancaq radio yayım şəbəkəsinə qoşulan səsucaldan cihazlar qoyulur. Qurğuların radiasiya daldalanacağı kimi düzəldilməsi onların mühafizə xassələrinin artırılması, hermetikləşdirilməsi və orada sadə ventilyasiya düzəldilməsi işlərinin yerinə yetirilməsindən ibarət olur. Evin zirzəmisini radiasiya daldalanacağı kimi istifadə etmək üçün onun üst örtüyünü lazımi hallarda əlavə aşının tirləri və dirəklərlə möhkəmləndirmək artıq pəncərə oyuqlarını və digər boşluqları qum kisələri, kərpiclə hörmək və ya torpaq töküblə bağlamaq lazımdır. Örtüyün üstünə hesablanmış qalınlıqda əlavə torpaq (qum, şlak) qatı tökülür, xarici divarların dibini üst örtük səviyyəsinədək torpaqla örtürlər. Zirzəminin girişində germetik qapılı tambur (dəhliz), otaqlarda isə oturmaq və uzanmaq üçün kürsü, ya da taxtlar düzəldilməlidir. Zirzəmilərdə həmçinin hava verici və sorucu qutular formasında təbii ventilyasiyaya tərtibatı düzəldilir. Bunları taxta, asbest-səment, saxsı və ya metal borulardan düzəldirlər. Qutunun aşağı ağzı kip siyirmə qapaqla (dönən qapaq) bağlanır. Qutunun digər ağzı (ucu) 150-200 sm hündürlükdə çölə çıxarılmalıdır. Mənzili (evi) radioaktiv maddələrlə çirklənmədən mühafizə etmək üçün qapı və pəncərə çərçivələrindəki bütün boşluqları, bacaları bərkitmək (suvamaq, tıxaclamaq, yapışdırmaq), qapı-pəncərə yerlərinə qalın pərdələr asmaq, üstü bacalarını bağlamaq; ərzaq mallarını və suyu radioaktiv maddələrlə, təhlükəli aerosollarla, habelə bakterial qorumaq lazımdır (H.Q. Ocaqov 2010).

Radiasiya ekologiyasına aid əsas anlayışlar və terminlərin izahı

Adaptiv radiasiya-orqanizmin inkişafına radiasiyanın təsiri

Anomaliya regionu – bu və ya digər regionun torpaq-bitki örtüyünün özünəməxsus biogeokimyəvi şəraiti bəzi hallarda orada bitişik (qonşu) ərazilərə nisbətən kənd təsərrüfatı zənciri üzrə radionuklidlərin daha intensiv miqrasiyasını təmin edir ki, belə regionlar anomaliya regionu adlanır.

Biosid-böyük ərazidə bütün canlıları qıra bilən zəhərli maddələr

Ekosid – hərbi əməliyyatların bilavasitə və dolaylı yolla yer üzərində eyni dərəcədə həyat üçün vacib sayılan orqanizmlər və cansız materiya daxil olmaqla geosistemlərə təsirini ifadə edir.

Nüvə şüalanma detektoru — α zərrəcikləri və elementar zərrəcikləri qeydə almaq, saymaq, tərkibini təyin etmək, intensivliyini və enerji spektrlərini ölçmək üçün cihaz.

Radiasiya balansı – Yer səthinin radiasiya balansı – Yer səthinin horizontal sahəsinin mənimsədilib, ümumi günəşin radiasiyası ilə effektiv şüalanma (çıxar radiasiya) arasındakı fərq. Yer səthinin istilik balansının əsas komponentidir. R.b. kal-sm dəqiqliklə ifadə olunur. Xüsusi cihazla (balnsomer) ölçülür. Orta iqlim kəmiyyətləri empirik düsturlar vasitəsi ilə də təyin olunur. Müsbət və mənfi ola bilər. İllik miqdarı Yer səthinin çox hissəsində müsbət, Antraktida və Arktikanın mərkəzi rayonlarında mənfidir. R.b.-nin illik miqdarı Azərbaycan Respublikasında 15-20 kkal/sm³ (yüksək dağlıq rayonlarda) ilə 58-60 kkal/sm³ (Lənkəran ovalığında) arasında dəyişir.

Radiasiya ekologiyası – ekologiyanın bölməsi olub radioaktiv maddələrin (nuklidlər) orqanizmə təsirini ayrı – ayrı ekosistem, populyasiya, orqanizm qrupu və orqanizmlərin ionlaşma şüalarına münasibətini, həmçinin ekosistemdə (populya-

siya, biosenoloji mühit, xüsusilə torpaqda biosenozlarda) nuklidlərin yayılması (paylanması) və miqrasiyasını öyrənir. Yerüstü təmiz suların və dəniz ekosistemlərinin radioekologiyasına bölünür.

Radiasiya fonu – kosmik şüalanmanın torpaqdakı, hava və ətraf mühitin digər obyektlərindəki radioaktiv izotopların miqdarının insan və digər orqanizmlər üçün zərər verməyən ionlaşmış radiasiyanın təbii dərəcəsi.

Radiasiya genetikası – genetikanın şüalanma nəticəsində orqanizmlərdə baş verən irsi dəyişkənliyi öyrənən elm.

Radiasiya indeksi – (Yç) – radiasiya balansının (R) buxaryaranmanın gizli istiliyinə (Y) olan nisbəti.

Cənub səhrələr – 2,6

Şimal səhrələr – 3,9

Çöl – 1,3

Yarpaqlı meşələr – 1,0

M.İ. Budkaya (1956) görə şimal yarımkürəsində R.i. aşağıdakı qradientlərə malikdir:

Tayqa – 0,8-0,5

Tundra – 0,5-0,6

Arktika tundrası – 0,3

Arktika səhrası – 1,03

Radiasiya qəzası – müxtəlif mexanizm, cihaz və qurğuların xarab olması və ya sıradan çıxması nəticəsində canlı orqanizmlərin normadan artıq dozada ionlaşmış təhlükəli şüalara məruz qalması.

Radiasiya suksessiyası – uzun müddət yüksək dozalı radiasiyanın təsiri ilə ekosistem dəyişməsi. Radiasiyaya ən çox davam gətirən torpaq yosunları sayılır.

Radiasiya təhlükəsizliyi – sənaye personalını və əhalini ionlaşmış şüalanmadan qorumaq istiqamətində aparılan tədbirlər.

Radiasiya yükü – radioaktivliyin (ionlaşmış şüaların) insan orqanizminə təsiri. R.y. radiasiyanın udulmuş dozası ilə

ölçülür.

Radiasiyadan mühafizə – kosmik gəmi (KG) heyətini kosmik radiasiyadan KG-də qoyulmuş nüvə reaktoru və ya izotop generatorunun şüalanması təsirindən mühafizə edən vasitədir. Kosmik radiasiyadan mühafizə sistemi heyəti hər tərəfdən əhatə etməlidir. Kosmik gəminin örtüyü və onun aradanlığı öz-özlüyündə radiasiyadan mühafizə funksiyasını daşıyır. Böyük intensivliyə malik kosmik şüalanmadan (məs, günəş partlayışları zamanı) mühafizə üçün kosmik gəminin heyəti yerləşən bölməsinin avtonom mühafizə variantı əlverişlidir. Nüvə reaktoru şüalanmalarından mühafizə vasitələri yalnız reaktorla kosmik gəmi bölmələri arasında yerləşdirilir.

Radiasiyaya həssas növ – şüalanmanın kiçik dozalarından asan zədələnən növ.

Radioaktiv çirklənmə – mühitdə radioaktiv maddələrin təbii səviyyəsini ötüb keçməsi ilə əlaqədar fiziki çirklənmə forması.

Radioaktiv elementlər (lat. radius – şüa) – sabit olmayan atom nüvəsinə malik olan kimyəvi elementlər (kripton – 85, sezium – 137, rutenium – 106, stransium – 90, yod – 131) öz-özünə parçalandıqda xarakterik şüalanma yaradır. Canlı orqanizmlərdə mutagen, teratogen və s. dəyişkənliklər, həmçinin neqativ ekoloji hadisələr törədə bilər.

Radioaktiv filizlər – radioaktiv elementlərin mineralları olan filizlər.

Radioaktiv indikatorlar – bioloji kütləsində radioaktiv maddələr toplayan orqanizmlər. Onun miqdarı ətraf mühitin radioaktivliyi haqda fikir söyləməyə imkan yaradır.

Radioaktiv maddələrin konsentrasiyası (toplanması) əmsalı – bitki və heyvanlardakı radioizotopların miqdarının qida məhsulunda qidada və ya qida mühitindəki miqdarının nisbəti.

Radioaktiv preparatlar – xəstəliklərin radioizotoplar diaqnostikasında və şişlərin şüa ilə müalicəsində tətbiq edilən

dərmanlar. Bunlar radioaktiv izotoplar, yaxud onların üzvi və qeyri-üzvi birləşmələr.

Radioaktiv sular – tərkibində radioaktiv maddələr çox olan təbii sular.

Radioaktivlik səviyyəsi – mühitdə radioaktiv elementlərin parçalanması intensivliyinin cəmi Kürü ilə ölçülür. Radioaktivliyin təbii fonundan və mühitin antropogen radioaktiv çirklənməsi miqdarından asılıdır.

Radioaktivliyə həssaslıq – orqanizmin, onun üzvlərinin, toxumalarının və hüceyrələrinin ionlaşmış şüalanmaya həssaslığı.

Radionuklid indikasiyası (radio.... və lat. nucleus – nüvə) – radionuklidlərin köməyi ilə populyasiyaları, onların energetik və qida mənbələrini öyrənən bioloji tədqiqat metodu.

Radiorezistentlik, radiasiyaya davamlılıq – canlı orqanizmlərin ionlaşmış şüalanmanın təsirinə davamlılığı. Ümumiyyətlə, üzvi aləmin mürəkkəbləşməsi ilə radiorezistentlik azalır; ibtidai orqanizmlərdə R. maksimum ali orqanizmlərdə isə minimum dərəcədə olur (məs, drozofillər üçün uçucu doza 85000, adi milçək üçün 10000, insan üçün isə 400 rad təşkil edir).

Radiostimulyasiya hadisəsi – bu hadisə zamanı ionlaşdırıcı şüalanmanın nisbətən aşağı doza (5...10 Qr – toxumlar üçün və 1...5 Qr – vegetasiya keçirən bitkilər üçün) arasında təsiri zamanı bitkinin böyümə və inkişafı sürətlənir.

Radiotoksikologiya – toksikologiyanın radioaktiv maddələr orqanizmin daxilinə düşdükdə şüalanma zədəsinin öyrənən bölməsi.

Radiostimulyasiya – kiçik dozalarla şüalandırdıqda orqanizmdə yaşayış proseslərinin intensivləşməsi.

Şüa zədələnməsi – radioaktiv şüalanma ilə hüceyrə, toxuma, orqan və bütövlüklə orqanizmin zədələnməsi.

Şüa xəstəliyi – buraxıla bilən həddən yüksək qiymətlərlə ionlaşdırıcı şüalanmanın orqanizmə təsirindən yaranır.

Şüadan mühafizə – ionlaşdırıcı şüalanmanın orqanizmə təsirini azaltmağa yönəldilmiş vasitədir. Fiziki mühafizə üçün şüaları yaxşı udan materiallardan (qurğuşun, beton və s.) istifadə edilir. Bu materiallar şüa mənbəyi və obyekt arasında yerləşdirilir “Açıq” şüalanma mənbəyi ilə işləyənlərdə mühafizə vasitələrindən (kombinezonlar, pnevmokeyimlər, rapiratorlar, xüsusi çəkmələr, əlcəklər və s.) istifadə etməlidir. Kimyəvi mühafizə məqsədi ilə, şüalanmadan əvvəl orqanizmə xüsusi kimyəvi birləşmələr – radioprotektorlar daxil edilə bilər. Ionlaşdırıcı şüa mənbələri ilə iş aparılan mənbələrdə dozimetrik və radioimetrik nəzarət olmalıdır. Xroniki şüa xəstəliyinin və digər zədələnmələrin qarşısını almaq məqsədi ilə rentgenoloji müayinə zamanı elektron optik gücləndiricilərdən istifadə olunur.

Şüalandırma – müxtəlif məqsədlər üçün infraqırmızı, ultrabənövşəyi şüalandırıcı şüalar təsirinə məruz etmək.

Şüalanma – vahid zamanda bitki və heyvan orqanizmlərin radiasiya biologiyasından dozanın cəm vahidi rentgen və ya rad sayılır. Məs., əgər orqanizm bir saat ərzində 10 mr (millirentgen) şüa alırsa 24 saat ərzində 240 mr və ya 0,240 r təşkil edir. Orqanizmin hər hansı dozayı qəbul etməsi müddəti böyük əhəmiyyət daşıyır.

Şüalanmanın xroniki dozası – orqanizmlərin uzun müddət, bəzən bütün ömrü boyu davam gətirə bildiyi çox olmayan (subletal) radiasiya dozası.

Şüanın genetik təsiri – Radiasiya mutagenezi – orqanizmlərin şüalanması zamanı irsi dəyişkənliklərin (mutasiyaların) meydana çıxması. Ş.k.t. radiasiya genetikası ilə tədqiq olunan ionlaşdırıcı şüaların bioloji təsirinin mühüm hissəsidir.

İonlaşdırıcı şüaların bütün tipləri, həmçinin ultrabənövşəyi şüalar virus və bakteriyalardan tutmuş, insan da daxil olmaqla bütün yüksək quruluşlu orqanizmlərin cinsiyyət hüceyrələrində yeni olan qamətlərdə eləcə də bədən hüceyrələri sayılan somatik hüceyrələrdə, bilavasitə onların irsi strukturunda mutagen təsirə malikdir. Mühitdə radioaktivliyin yüksəlməsi insanda

daxil olmaqla orqanizmlərin papulyasiyalarında gizli zərərli mutasiyaların toplanmasına səbəb olur.

Radiasiya seleksiyasında təsərrüfat əhəmiyyətli mutantların alınmasında Ş.k.t-nin təcrübü əhəmiyyəti var. Bu üsulla bir neçə sort yaradılmışdır.

ƏDƏBİYYAT

Azərbaycan dilində

1. Abbasov M.M., Əliyeva R.Ə., Səlimova N.Ə. Abbasov V.M., Babayev Ə.S., Abbasov S.M. Ekoloji kimya. Bakı "Nəşr" – 2003
2. Abbasov V.M., Səlimova N.Ə., Abbasov M.M. Ekoloji kimyaya giriş. Bakı "Maarif" – 2002
3. Abdullayev A.M. və b. Ekologiyanın əsasları. Bakı – 1996
4. Abdullayev K.M., Şahmarov S.Ə., Yaqubov Y.H. Ətraf mühitin istilik və atom elektrik stansiyalarının tullantılarından mühafizəsi. Bakı "Maarif" – 1992.
5. Babayev H.B. Ekologiya və müasir hidrosfer. Çəşnoğlu – 2007
6. Cəfərov E.F. Bəzi kimyəvi birləşmələrin canlı aləmə və ətraf mühitə təsiri. Bakı -- 2003
7. Cəfərov M.İ., Babayev A.H., İbrahimov Z.A. Azərbaycanın təbii sərvətləri və onlardan səmərəli istifadə. Bakı "QAPP-POLİQRAF" – 2005
8. Ekoloji atlas. Bakı – 2010
9. Əhmədova S.Z., İsgəndərova T.H., İbrahimova S.İ., Qasımova G.Q. Toksikologiyanın əsasları. Bakı "Araz" – 2010
10. Əliyeva R.Ə., Mustafayev Q.T. Ekologiya. Dərs vəsaiti. Bakı – 2004
11. Əsgərov Ə., Hüseynov E. Müasir ekologiya. Gəncə – 2004
12. Əsgərov Ə.A. Ətraf mühitin qorunması və təbii sərvətlərdən istifadə. Bakı "Maarif" – 1989
13. Göyçaylı Ş.Y., Ekoloji proseslərin qanunauyğunluqlarının öyrənilməsi və tədrisinin metodoloji əsasları. Tətbiqi ekologiyanın problemləri. Bakı "BDU" – 2002

14. Göyçaylı Ş.Y., Əzizov B.M. Ətraf mühiti mühafizə. Dərs vəsaiti. Bakı – 2008

15. İbrahimov K. Dünən, bu günün, sabahın nəhəngi. Gəncə “Agah” – 2000

16. İbrahimov Z.Ə. Ekologiya. Bakı “Araz” – 2009

17. Quliyev V.Ş., Xəlilov M.Y. Ekologiya təbiəti mühafizə. İzahlı lüğət. Bakı “Ekologiya” – 2000

18. Mahmudov C.M. İstehsal sahələrinin texnologiyası və sənaye ekologiyası. Bakı “Dövlət” – 2001

19. Mahmudov C.M. Ekologiya. Bakı “Nurlan” – 2010.

20. Məmmədov Ə.Ə., Xəlilova A.A. Sənaye ekologiyası. Bakı “Adiloğlu” – 2004

21. Məmmədov Ə.Ə., Paşayeva S.Y., Xəlilova A.A., Ələsgərov Ə.M., Abutalıbova S.M. Ətraf mühitin monitorinqi. Dərs vəsaiti. Bakı – 2005

22. Məmmədov Q. Ş., Xəlilov M.Y. Ekologiya, ətraf mühit və insan. Bakı “Elm” – 2006

23. Məmmədov Q. Ş., Xəlilov M.Y. Ekologiya, ətraf mühitin mühafizəsi. Bakı “Elm” – 2005

24. Məmmədov Q. Ş., Xəlilov M.Y. Ekoloqların məlumat kitabı. Bakı “Elm” – 2003

25. Məmmədov Q.Ş., Xəlilov M.Y. Ensiklopedik ekoloji lüğət. Bakı “Elm” – 2008

26. Məmmədov Q.Ş. Azərbaycanın ekoetik problemləri: elmi, hüquqi, mədəni aspektlər. Bakı “Elm” – 2004

27. Məmmədov Q.Ş., Xəlilov M.Y., Məmmədova S.Z. “Aqroekologiya” Bakı 2010

28. Məmmədov M.G., Quliyev İ.S. Xasıyeva S.Ə., Novruzova F.M. Ətraf mühitin çirklənmə mənbələri. Bakı “Adiloğlu” Bakı – 2007

29. Məmmədov T. S. Ekologiya. Bakı 2004

30. Mövsümov E., Quliyeva L. Ətraf mühitin kimyası. Ali məktəblər üçün dərslik. Bakı “MBM” – 2010

31. Mustafayev Q.T. Ekologiya. Bakı “Ozan” – 2001

32. Mustafayev Q.T. Ekologiyadan konspekt. Bakı – 1993

33. Novruzov S.Ə. Ümumi kimya texnologiyası və sənaye ekologiyası. Bakı “Maarif” – 1991

34. Ocaqov H.O. Danyalov Ş.D. Həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyinin nəzəri əsasları. Ali məktəblər üçün dərs vəsaiti. Bakı – 2008

35. Ocaqov H.O. Fövqəladə hallarda həyat fəaliyyətinin təhlükəsizliyi. Mülki müdafiə (mühafizə). Bakı – 2010

36. Ocaqov H.O. Fövqəladə halların nəticələrinin aradan qaldırılması. Ali məktəb üçün dərslik. Bakı – 2009

37. Ocaqov H.O. Hacımatov Q.N. Fövqəladə halların monitorinqi və proqnozu. Bakı – 2005

38. Ocaqov H.O. Rəhbər heyətin fəvqəladə hallarda fəaliyyətə və idarəetməyə hazırlanması. Bakı – 2002

39. Sadıqov A.S. Ətraf mühitin mühafizəsi. Bakı – 1992

40. Salmanov M. Tətbiqi ekologiya. Bakı – 1997

41. Sultanov R.L., Sadıqova N.A., Ataşova Ü.E. Ümumi ekologiya. Bakı “Bakı universiteti” – 2010

42. Şükürov A. Qlobalistika və ekoloji fəlsəfə. Bakı “Elm” - 2011

43. Xəlilov M.Y., Əliyev F.Ş. İzahlı ekologiya lüğəti. Bakı “Elm” – 1997

Rus dilində

44. Елизаров Д.П. Тепло-энергические установки электростанций. Москва “Энергоиздат” – 1982

45. Хоникевич А.А. Дезактивация сбросных вод. Москва

“Атомиздат” – 1986

46. Фейзи́ев Г.К. Высокоэффективные методы умягчения, опреснения и обессоливания воды. Москва “Энергоатомиздат” – 1988

47. Медведев Б.Т. Инженерная экология. Москва – 2002

48. Болдин А.Н. и др. Экология литейного производства. Брянск. Издательство БГТУ – 2001

49. Штокман Е.А. Очистка воздуха. Москва – 1999

50. Белов С.Б. Охрана окружающей среды. Москва “Высшая школа” – 1991

51. Крупчатников В.М. Вентиляция при работе с радиоактивными веществами. Москва “Атомиздат” – 1968

52. Рихтер Л.А., Волков Е.П., Покровский Б.Н. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС. Москва “Энергоиздат” – 1981

53. Марей В.Н. Сантарная охрана водоемов от загрязнений радиоактивными веществами. Москва “Атомиздат” – 1976

Роддатис К.Ф. Котельные установки. Москва “Энергия” – 1977.

MÜNDƏRİCAT

Ön söz 3

Giriş 5

FƏSİL I

RADİASİYA EKOLOGİYASI EKOLOGİYA ELMİNİN AKTUAL YENİ BİR SAHƏSİ KİMİ

1.1. Ekologiya və onun müxtəlif sahələrinin tədrisində əsas məqsəd	9
1.2. Ekologiyanın inkişafı və radiasiya ekologiyasının yeni sahə kimi formalaşması	13

FƏSİL II

RADİOAKTİVLİK VƏ ONUN EKOLOJİ NƏTİCƏLƏRİ

2.1. Radioaktivlik hadisəsinin kəşfi	18
2.2. Radioaktiv maddələrin yarımparçalanma dövrü(YP)	21
2.3. Radioaktiv maddələrlə çirklənmə mənbələri və onun ekoloji nəticəsi	26

FƏSİL III RADİONUKLİDLƏR

3.1. Radionuklidlər və onların ekotoksiki təhlükəsi	31
3.2. Radioloji və toksikoloji cəhətdən ən təhlükəli radio-nuklidlər	33
3.3. Qeyri-nüvə yanacaqları antropogen radionuklid mənbələri kimi	37
3.4. Atmosferin təbii və antropogen radiasiya fonu	39

FƏSİL IV RADIOAKTİV ÇİRKƏNMƏ VƏ İNSAN SAĞLAMLIĞI

4.1. Radioaktiv maddələrin orqanizmə daxil olma yolları və orada yayılma xüsusiyyətləri	45
4.2. İonlaşmış radiasiyanın orqanizmə somatik və genetik təsir formaları	51
4.3. Şüalanma xəstəliyi və onun baş vermə səbəbləri	54
4.4. Orqanizmin ionlaşdırıcı şüalanmalardan müdafiəsi ...	56
4.5. Radioaktiv çirklənməni qlobal problemə çevirən səbəblər	62
4.6. AES və İES-lərin texnogen tullantılarının canlı aləm üçün ekotoksiki təhlükəsi	63

4.7. Yer səthinin atmosfer təbəqəsində baş verən çevrilmə prosesləri ilə çirklənməsi və onun sağlamlıq üçün təhlükəsi	68
4.8. Əhali yaşayan rayonlarda atmosfer havasında zəhərli maddələrin buraxıla bilən konsentrasiya həddi	72
4.9. Çirklənmiş havanın əhəlinin sağlamlığına və məişət şəraitinə təsir edən qiymətləri	74
4.10. Yaşayış məntəqələrində radioaktiv elementlərin yayılması təhlükəsi və ondan mühafizə yolları	75
4.11. Yaşayış rayonlarında havanın radioaktiv aerosollardan təmizlənməsi	81
4.12. Ətraf mühitdə radioaktiv maddələrin yayılması təhlükəsi və ondan mühafizə yolları	85

FƏSİL V ENERJİ MÜƏSSİSƏLƏRİ ƏTRAF MÜHİTİN BAŞLICA RADIOAKTİV ÇİRKƏNMƏ MƏNBƏYİ KİMİ

5.1. İstilik energetikasının üzvi və nüvə yanacaqları, onların mühüm xüsusiyyətləri	91
5.2. Üzvi yanacaqlarda və tüstü qazlarında olan zəhərləyici maddələrin təsnifatı	97
5.3. Yanma məhsullarında olan zəhərləyici	

toksiki maddələrin təyin edilməsi	98
5.4. Tüstü qazları ilə aparılan yanacağa görə çirkləndirici maddələrin təyini	102

FƏSİL IV

İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYALARINDAN ƏTRAFA ATILAN KÜLÜN TUTULMASI NİN NƏZƏRİ ƏSASLARI

6.1. Uran kül hissəciklərinin xarakteristikası	110
6.2. Bəzi yanacaqların tüstü qazları ilə aparılan kül hissəciklərinin fraksiya tərkibi	111
6.3. Kül tutmanın nəzəri əsasları haqqında anlayış	115
6.4. İES-lərin kül tutucu qurğularının quruluşu və iş prinsipləri	121
6.5. Tsiklonlu kül tutucu qurğuların quruluşu	124
6.6. Nəm kül tutucu qurğular	127
6.7. İES-lərdən ətrafa atılan külün tutmasına təsir edən amillər	131
6.8. Kül hissəciklərinin tutulması üçün son zamanlar işlənmiş üsullar	133
6.9. Elektrik və mexaniki kül tutucu qurğuların müqayisəsi	134

FƏSİL VII

İES-LƏRDƏN ATILAN KÜKÜRD VƏ AZOT QAZLARININ AZALDILMASI

7.1. Bərk və maye yanacaqların kükürddən təmizlənməsi yolları	137
7.2. Tüstü qazlarının kükürd oksiddən təmizlənməsi	140
7.3. İES-lərin tüstü qazlarının maqnezium üsulu ilə kükürd qazından təmizlənməsi	144
7.4. Piroliz üsulu və onun əhəmiyyəti	145
7.5. Mazut yanacağının qazlaşdırılma üsulu və emalı	147
7.6. İES-lərdən ayrılan buxar qazlarında azot oksidlərinin yaranması şəraiti	150
7.7. Azot oksidinin əmələ gəlməsinin azaldılması	154
7.8. Azot qazının buxar qazanlarının kameralarında əmələ gəlməsinin qarşısının alınması üsullarının çatışmayan cəhətləri	158

FƏSİL VIII

İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYALARININ TULLANTILARININ ATMOSFERDƏ YAYILMASI

8.1. Zəhərləyici maddələrin havada yayılması qanunauyğunluqları və ekoloji təhlükəsi	160
---	-----

8.2. Enerji müəssisələrinin tüstü borularının əsas parametrlərinin təyini	165
8.3. Tüstü borusunun çıxışında tüstü məşəlinin qalxma hərəkətinin təhlili	169
8.4. Atmosferin quruluşundan asılı olaraq tüstü buludunun yayılmasının beş forması	176

FƏSİL IX ATOM ELEKTRİK STANSİYALARININ RADIOAKTİV TULLANTILARI

9.1. AES-lərdə radioaktiv tullantıların yaranma mənbələri	182
9.2. AES-lərin radioaktiv tullantılarının ekotoksiki xüsusiyyətləri	184
9.3. AES-də radioaktiv təhlükəsizlik normaları	188
9.4. Nüvə yanacaq kompleksində radioaktiv tullantıların uzun müddət etibarlı saxlanması və basdırılması	193
9.5. Nüvə xammal yanacaqlarının az tullantılı və tullantısız texnologiya ilə emalı	195
9.6. AES-lərdən ətraf mühitə atılan çirkləndirici radioaktiv maddələrin azaldılması	200
9.7 AES-lərin ventilyasiya qurğuları	204

9.8. AES-lərin qazşəkilli radioaktiv tullantıların dezaktivasiyası	208
9.9. AES-lərdə havanın və qaz-hava qarışığının təmizlənməsi	213

FƏSİL X İSTİLİK ELEKTRİK STANSİYALARINDA ƏMƏLƏ GƏLƏN RADIOAKTİV SULAR VƏ ONLARIN TƏMİZLƏNMƏSİ

10.1. Su mənbələri və onlardan istifadənin ekoloji problemləri	216
10.2. Radioaktiv tullantılarla çirklənmiş suların AES-lərdə əmələ gəlməsi mənbələri	219
10.3. Suların tərkibində olan çirkləndirici maddələrin buraxıla bilən konsentrasiya həddi (BBKH)	220
10.4. Radioaktiv maddələrlə çirklənmiş suların su hövzələrinə atılması rejimləri	222
10.5. İstilik tullantılarının əmələ gəlməsi və onların su hövzələri üçün ekoloji təhlükəsi	224
10.6. Su emalı və kondensat təmizləyici qurğuların çirkab suları	230
10.7. Neft məhsulları ilə çirklənmiş tullantı suları	234

10.8. Mazut yanacaq ilə işləyən buxar qazanlarının qızma səthlərinin yuyulması zamanı əmələ gələn çirkab suları	236
10.9. Qızma səthləri kimyəvi yuyulan zaman yaranan çirkab suları	239
10.10. Bərk yanacaqlarla işləyən İES-in kül atma qurğularının tullantı suları	242
10.11. Çirkab suların təmizlənməsi və onun ekoloji əhəmiyyəti	246
10.12. Tullantı sularının təmizlənməsi üsulları	247
10.13. Çirklənmiş suyun flotasiya üsulu ilə təmizlənməsi	249
10.14. Tullantı sularının neft məhsullarından təmizlənməsi	251
10.15. Buxar qazlarının yuyulması zamanı yaranan çirkab suların təmizlənməsi	253
10.16. Avadanlıqların kimyəvi yuyulması zamanı yaranan çirkab suların təmizlənməsi	254
10.17. Hidravliki külətmə sistemlərinin çirkab sularının zərərsizləşdirilməsi	257
10.18. İES-in çirkab sularının mexaniki qatışıqlardan təmizlənməsi	258

FƏSİL XI

AES-LƏRİN TULLANTI SULARI, ONLARIN TƏMİZLƏNMƏSİ VƏ YENİDƏN TEXNOLOJİ PROSESLƏRDƏ İSTİFADƏSİ

11.1. Radioaktiv çirklənmiş tullantı sularından su həvzələrinin mühafizəsi	260
11.2. AES-lərdə radionuklidlərlə çirklənmiş suların təmizlənməsi	261
11.3. Radioaktiv tullantıların təmizlənməsi və təmizləyici sxemlərinin təkmilləşdirilməsi	264
11.4. AES-lərdə tullantı suların azaldılması və onlardan texnoloji proseslərdə yenidən istifadə	268
11.5. Dəniz suyunun emalı zamanı əmələ gələn tullantılar	271

FƏSİL XII

ƏTRAF MÜHİTİN SƏNAYE TULLANTILARINDAN MÜHAFİZƏSİ

12.1. Tullantısız və ya tullantılı distillə qurğuları	273
12.2. Tullantı qazların təmizlənməsi və zərərsizləşdirilməsi yolları	275
12.3. Mərkəzdənqəçmə prinsipi ilə işləyən toztutucular	275

12.4. Filtirdə qazın təmizlənməsi	277
12.5. Qazların texnogen tullantılardan absorbsiya üsulu ilə təmizlənməsi	280
12.6. Katalitik təmizləmə və onun mahiyyəti	281
12.7. İstehsalat sularının təmizlənməsi və zərərsizləşdirilməsi üsulları	281

FƏSİL XIII

AQROEKOSİSTEMLƏRDƏ RADİONUKLİDLƏRİN MİQRASIYASI

13.1. Aqromühitdə radioaktiv maddələrin əsas yaranma səbəbləri və mənbələri	284
13.2. Aqrosenozlarda radionuklidlərin miqrasiyası və torpaqda davranış tərzinə görə onların qruplara ayrılması	286
13.3. Radionuklidlərin torpaqdan bitkidə toplanmasının kompleks faktorlardan asılılığı	289
13.4. Radionuklidlərin heyvanların iştirakı ilə kənd təsərrüfatı zənciri üzrə paylanması	290
13.5. Radiasiya çirklənməsinin kənd təsərrüfatı bitkilərinə və heyvanlarına təsiri	294
13.6. Aqroekosistemlərdə radiasiya monitorinqi və onun aparılma prinsipləri	300

FƏSİL XIV

AZƏRBAYCANDA RADİASIYA ÇİRLƏNMƏSİ İLƏ BAĞLI EKOLOJİ GƏRGİNLİK

14.1. Azərbaycan torpaqlarının radioaktiv maddələrlə çirklənməsi və onun səbəbləri	313
14.2. Torpaqların radionuklidlərlə çirklənmədən mühafizəsi üçün kompleks tədbirlər	320

FƏSİL XV

TEXNOGEN EKOLOJİ QƏZALAR ZAMANI ƏTRAF MÜHİTİN RADIOAKTİV ÇİRLƏNMƏSİ

15.1. Çernobl Atom Elektrik Stansiyasında qəza və onun nəticələri	324
15.2. Yaponiyanın Fukusima Atom Elektrik Stansiyasında baş vermiş partlayışın ekoloji fəsadları	345

FƏSİL XVI

RADİASIYA ŞƏRAİTİ VƏ ONUN YARANMA TƏHLÜKƏSİ

16.1. Radiasiya şəraitinin aydınlaşdırılması və qiymətləndirilməsi	354
--	-----

16.2. Radiasiya şəraitinin proqnozlaşdırılması	358
16.3. Radioaktiv buludun yayılma spektorunun qurulması	360

FƏSİL XVII

RADİASIYA TƏHLÜKƏSİ VƏ DOZİMETRİK NƏZARƏT CİHAZLARI

17.1. Dozimetrik cihazlar haqqında məlumat	363
17.2. İonlaşdırıcı şüalanmanın növləri və ölçü vahidləri	369
17.3. Ətraf mühitdə böyük əhəmiyyət kəsb edən radioaktiv izotoplar	373
17.4. Canlılarda radiasiya həssaslığının müqayisəsi	375
17.5. Ekosistemlər səviyyəsində radiasiya effekti	378
17.6. Əhəlinin ionlaşdırıcı şüalanmalardan mühafizəsi	379
17.7. Radioaktiv tullantıların aktivlik dərəcəsinə görə qruplaşdırılması və onlardan mühafizə	382
17.8. İonlaşdırıcı şüalanmaların aşkar edilməsi və ölçülməsi üsulları	384
17.9. Doza gücünü ölçən cihaz (İMD-21)	388
17.10. DP-64 indikator-siqnalizatoru	391
17.11. DP-5A radiometr-rentgenmetri	392
17.12. DP-22V dozimetrlər komplekti	404
17.13. İİD-1 doza ölçən cihaz komplekti	405

17.14. Nüvə şüalanma detektoru	409
17.15. Dozimetrik və kimyəvi nəzarətin təşkili	411

FƏSİL XVIII

ƏHALİNİN MÜHAFİZƏSİ ÜÇÜN PLANLAŞDIRILAN RADİASIYA DALDALANACAQLARI

18.1. Radiasiya daldalanacağı haqqında məlumat	413
18.2. Konstruktiv həll	418
18.3. Radiasiya daldalanacaqlarının mühəndis-texniki avadanlığı	423
Radiasiya ekologiyasına aid əsas anlayışlar və terminlərin izahı	425
Ədəbiyyat	431

**VAQİF RƏHİMOV
TÜNZALƏ İSGƏNDƏROVA**

**RADİASIYA EKOLOGİYASI
(ALİ MƏKTƏBLƏR ÜÇÜN DƏRSLİK)**

Bakı, – “Çıraq” – 2012



~~~~~  
Çapa imzalanmışdır: 26.07.2012.  
Formatı: 60x84 1/16. Həcmi: 28 ç.v.  
Sifariş 42. Tiraj 500.  
«Təknur» MMC-nin mətbəəsində  
hazır elektron variantdan çap olunmuşdur.

~~~~~  
Mətbəənin direktoru: Ələkbər Məmmədov
~~~~~

Mətbəə kitabın məzmununa görə  
heç bir cavabdehlik daşımır!

~~~~~  
Telefon: 408-86-23