

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİNİN nəzdində BAKI  
TEXNİKİ KOLLECI

“ÜMUMİXTİSAS” fənn birləşməsi

Fənn: TİBBİ AVADANLIQLARIN ELEKTRİK TƏHLÜKƏSİZLİYİ  
və ETİBARLILIĞI

MÜHAZİRƏ MƏTNLƏRİ

BAKI-2023

## MÜNDƏRİCAT

<u>MÖVZU 1.</u> Elektrik təhlükəsizliyi və elektrik travmaları. Elektrik təhlükəsizliyinin ümumi anlayışları.....	3
<u>MÖVZU 2.</u> Elektrik cərəyanının insana təsir mexanizmi. Elektrik zədə almış insanların müalicəsi.....	6
<u>MÖVZU 3.</u> İnsanın cərəyanla zədələnmə mexanizminin xüsusiyyətləri .....	9
<u>MÖVZU 4.</u> İnsan bədəni elektrik dövrəsində, canlı toxumaların elektrik keçiriciliyi. İnsan bədəninin toxumalarının tam müqaviməti.....	12
<u>MÖVZU 5.</u> Elektriklə zədələnmənin elektrik dövrəsinin parametrlərindən asılılığı.....	15
<u>MÖVZU 6.</u> Gərginlik və cərəyandan alınan zədələr.....	18
<u>MÖVZU 7.</u> Zədələrə tezliyin, elektrik dövrəsinin mövcudluğu müddətinin və ətraf mühitin təsiri .....	20
<u>MÖVZU 8.</u> Elektrik təhlükəsizliyinin başlıca vasitəsi izolyasiyadır. Tibbi texnikanı istismar edən tibbi personala qoyulan tələblər.....	23
<u>MÖVZU 9.</u> Şəbəkə gərginliyinin paylanması. Makro və mini şok risk faktorları.....	28
<u>MÖVZU 10.</u> Tibbi vasitələrin səthində yaranan gərginlikdən qorunma.....	33
<u>MÖVZU 11.</u> Elektrik təhlükəsizliyi analizatorları. Elektrik qida şəbəkəsinin yoxlanılması.....	35
<u>MÖVZU 12.</u> Cərrahi əməliyyat zamanı xüsusi mühafizə tədbirləri.....	40
<u>MÖVZU 13.</u> Tibbi texnikanın etibarlılığı və ona təsir edən faktorlar.....	42
<u>MÖVZU 14.</u> Tibbi texnika vasitələrinin etibarlılığının qiymətləndirilməsi.....	49
<u>MÖVZU 15.</u> Tibbi texnika vasitələrinin etibarlılığının xüsusiyyətləri və artırılması yolları.....	54

## **MÖVZU 1. Elektrik təhlükəsizliyi və elektrik travmaları. Elektrik təhlükəsizliyinin ümumi anlayışları**

Hal-hazırda elektrotibbi aparatların hazırlanmasında, sənaye buraxılışında və istismarında ən vacib məsələ qulluqçu personal və pasiyent üçün tam şəkildə elektrik təhlükəsizliyinin təmin olunmasından ibarətdir. “Tibbi avadanlığın elektrik təhlükəsizliyi və etibarlılığı” fənnində elektrik cərəyanının orqanizmə qorxulu təsiri məsələləri, tibbi texnikanın istismarı zamanı elektrik zədələnmələrindən qorunma vasitələri və üsulları və həmçinin tibbi texnikanın etibarlılığının təmin olunması məsələləri nəzərdən keçirilir. Müasir sistemlər onlarla və hətta yüzlərlə minlərlə ayrı-ayrı element lərdən ibarətdir və onlardan heç olmasa birinin sıradan çıxması bütün sistemin nasazlığına gətirir və ya ən azı onun faydalı xüsusiyyətlərinin pisləşməsinə gətirib çıxarır. Mürəkkəb texniki sistemlərinin inkişafıyla əlaqədar onların etibarlılığının təmini problemi aktuallaşmışdır.

*Elektrik təhlükəsizliyi.* Elektrik enerjisi ən universal və əlverişli enerji növüdür. Elektrik enerjisi olmadan insanın mədəni yaşayışını təsəvvür etmək çətindir. Elektrik enerjisi işdə və məişətdə bizim sadıq köməkçimizdir, lakin onunla yanlış və etinasız davranarkən, adamın həyatı üçün təhlükəli olur. Digər təhlükəli sahələrdən fərqli olaraq elektrik cərəyanını xüsusi cihaz olmadan müəyyən etmək mümkün deyil. Belə ki, hərəkət edən maşını, onun təhlükəli hissələrini, çəpərlənməmiş təhlükəli sahəni və s. görmək mümkün olduğu halda elektrik gərginliyini çox keç, yəni insan zədələndikdən sonra hiss etmək olur. Elə bu baxımdan elektrik zədələnmələri statistik məlumata görə ölümlə nəticələnən hadisələr sırasında çoxluq təşkil edir. Elektrik təhlükəsizliyi –adamları elektrik cərəyanının, elektromaqnit sahəsinin və statik elektricləşmənin zərərli və təhlükəli təsirindən mühafizə etmək üçün xidmət göstərən təşkilati və texniki tədbirlər və vasitələr sistemidir.

Orqanizmin elektrik cərəyanına məruz qalması elektrik *zədələnməsi* və ya *elektrik vurması* şəklində ola bilər. Elektrik *zədələnməsi* bədənə cərəyanın xarici yerli təsirinin nəticəsidir. Bu zaman elektrik yanıqları, dərinin elektrometallaşması və cərəyanın işarələri əmələ gəlir. Elektrik yanıqları cərəyanın istilik təsirinin nəticəsidir ki, bu da insan bədənindən elektrik cərəyanının keçməsi və ya elektrik qövsünün təsiri altında baş verməsi hesabına yaranır. Bunlar isə adətən qurğularda 1000V-dan çox və ya böyük gərginliklərin qısa qapanması hesabına yaranır. Dərinin elektro-metallaşdırılması dəriyə ərimiş kiçik metal hissəciklərin cərəyanın təsiri altında daxil olması hesabına baş

verir. Cərəyanın elektrik işarələri dərinin sərt dairəvi ləkələr şəklində sıradan çıxması deməkdir ki, bu da bədənə cərəyanın daxil olması və çıxması yerlərində (gərginlik altında) olan bədən hissələrinin sıx kontaktı zamanı baş verir.

Elektrik vurması cərəyanın təsiri altında bədənin və ya orqanizmin toxumalarının həyəcanlanmasıdır. Bu da öz növbəsində əzələlərin özlərindən asılı olmayaraq titrəyişli yığılması şəklində müşayət olunur. Elektrik vurması daha ağır nəticələrə gətirib çıxara bilər. Belə ki, elektrik vurması nəticəsində insanın daxili orqanları yəni, ürəyi, ciyərləri, mərkəzi sinir sistemi və s. sıradan çıxma bilər. Elektrik vurması nəticəsində ürək fəaliyyətinin pozulması (ritmin pozulması, ürək mədəciklərinin fibrilyasiyası) nəfəs almanın pozulması, şok baş verə bilər və ən ağır hallarda ölümlə nəticələnə bilər. Elektrik cərəyanının orqanizmə təsiri müxtəlif faktorlardan asılıdır ki, bunlardan da ən əsası cərəyanın qiymətidir. Bu isə öz növbəsində bədənə tətbiq edilən gərginlikdən və bədənin müqavimətindən asılıdır. Bundan başqa digər faktorlar kimi cərəyanın sabit və ya dəyişən olması, dəyişən cərəyanın tezliyi, təsir etmə müddəti və cərəyanın keçməsi yolu da vacib göstəricilər kimi rol oynayır. Vurma səviyyəsini müəyyən edən əsas parametr cərəyanın qiymətidir. Aparatlarda istifadə olunan elektrodlar əllərlə sıxarkən tezliyi 50-60 Hz olan cərəyan şiddətinin 1 mA qiymətində dəyişən cərəyan hiss edilir. Cərəyan şiddətinə 5-10 mA-ə qədər artırıqda əllərdə artıq titrəmələr hiss edilir. Cərəyan şiddəti 12-15 mA-ə çatdıqda isə elektrodlardan ayrılmaq çətinləşir. Cərəyan şiddətinin 50-80 mA-lik qiymətində nəfəs almanın paralıçı və daha çox təsir etmə müddətində isə və cərəyan şiddətinin 90-100 mA qiymətində ürəyin paralıçı baş verir. Lakin, sabit cərəyanın hiss edilməsi 5-10 mA qiymətlərində hiss olunur. Bu zaman nəfəs olmanın çətinləşməsi 50-80 mA-lərdə və nəfəs almanın paralıçı isə 90-100 mA-də baş verir. Kardiologiyada tətbiq edilən tibbi texnikanın inkişafı elektrik cərəyanının orqanizmə yeni təsirlərini aşkarlamışdır. Söhbət ürək pozulmasında o cümlədən çox yüksək cərəyanlardan (mA-lərlə) yaranan fibrilyasiya hadisəsindən gedir ki, bu halda cərəyan ürəyə daxil edilmiş elektrod və ya kateterdən keçərək təsir edir. Ürək daxili elektrodan (xarici elektrokardiostimulyasiya zamanı) və ya elektrik keçiriciliyinə malik məhlulla doldurulmuş kateterdən istifadə dərinin qoruyucu xassələrini və eləcə də ürəyi əhatə dən müxtəlif qatlı toxumaların şuntlama xassələrini heçə endirir. Belə halda cərəyan birbaşa ürək əzələsinə təsir edir ki, nəticədə kontakt yerində fibrilyasiyanın həyəcanlanması mənbəyi yaranır.

İnsan həyatına təhlükə yaradan ən təhlükəli faktorlardan biri elektrik cərəyanı hesab olunur. Elektrik cərəyanın təsiri ani olaraq baş verir və insan gec,

yəni zədə aldıqdan sonra xəbər tutur. Elektrik cərəyanı ilə vurulma - zədələnmə, adətən, elektrik xətlərinin və cihazlarının nasazlığı, insanların ehtiyatsız hərəkətləri nəticəsində baş verir. Bədəndən elektrik cərəyanının keçməsi insan orqanizmində, orqan və toxumalarda sağlamlıq üçün təhlükəli olan bir sıra fəsadlara səbəb ola bilər. Elektrik cərəyanının insan orqanizminə təsiri növləri:

1. Cərəyanın termiki təsiri – bədəndə yanıqların, isitmənin əmələ gəlməsinə, qan damarlarının zədələnməsinə, ürəyin, beyinin və cərəyanın axını yolunda yerləşən başqa orqanların həddindən artıq qızmasına səbəb olur, bunlar da həmin orqanlarda funksional pozuntular yaradır.

2. Cərəyanın elektrolitik təsiri – üzvi mayenin, o cümlədən qanın parçalanmasına səbəb olur, nəticədə qanın fiziki-kimyəvi tərkibi dəyişir, habelə bütövlükdə toxumanın xeyli dərəcədə pozulmasına gətirib çıxarır.

3. Cərəyanın mexaniki təsiri – elektrodinamiki effektin nəticəsi olaraq orqanizmin müxtəlif toxumalarının, o cümlədən qan damarlarının divarlarının və əzələ toxumalarının parçalanması və digər müvafiq zədələnmələrin baş verməsi ilə müşayiət olunur.

4. Cərəyanın bioloji təsiri – normal fəaliyyət göstərən orqanizmə xas olan və onun həyati funksiyaları ilə sıx bağlı daxili bioenergetik proseslərin pozulmasına səbəb olur. Belə təsir nəticəsində orqanizmdə hüceyrələr qıcıqlanır, əzələlər iflic olur.

#### *Elektrik cərəyan vurmanın (zədələnmənin) xüsusiyyətləri*

Elektrik cərəyanı ilə vurulmanın (zədələnmənin) dörd xüsusiyyəti mövcuddur:

1. Elektrik cərəyanı ilə zədələnmə təhlükəsi yaradan xarici əlamətlər yoxdur. İnsan elektrik cərəyanı ilə zədələnmə təhlükəsinin mümkünlüyünü görmür, eşitmir, iyləyə, yaxud vaxtından əvvəl aşkar edə bilmir.

2. Elektrikdən travmalar zamanı əmək qabiliyyətinin itirilməsi, bir qayda olaraq, uzunmüddətli olur, hətta ölümə nəticələnə bilər.

3. Sənaye tezlikli 10-20 mA cərəyanlar əzələlərin intensiv qıcolmasına səbəb ola bilər ki, bunun da nəticəsində, necə deyərlər, cərəyan aparan hissələrə “yapışma” hadisəsi baş verir. Bu zaman adam elektrik cərəyanının təsirindən özü xilas ola bilmir.

4. Elektrik cərəyanı ilə zədələnmə nəticəsində mexaniki travma almaq mümkündür.

#### *Elektrik cərəyanı ilə zədələnmənin əsas səbəbləri.*

Elektrik cərəyanı ilə vurulmanın (zədələnmənin) əsas səbəbləri aşağıdakılardır:

Gərginlik altında olan cərəyan aparan hissələrə toxunma.

İzolyasiyanın və ya qoruyucu quruluşların nasazlığı üzündən gərginlik altına

düşmüş elektrik avadanlığının cərəyan aparmayan, lakin cərəyn keçirən hissələrinə toxunmaq.

3. Addım gərginliyinin təsiri altına düşmək.

4. Elektrik qurğularının texniki istismar qaydalarının və təhlükəsizlik texnikası qaydalarının pozulması.

Elektriklə işləyən avadanlıqlar, elektrik mühərrikləri, idarəetmə və mühafizə aparatları, nəzarət ölçmə cihazları və s. istehsal olunarkən onların iş şəraiti nəzərə alınaraq konstruksiya edilir. İstehsalat müəssisələrində bu şərait nəzərə alınmadan elektrik qurğuları seçilib yerləşdirildikdə avadanlığın sıradan çıxmasına, işçilərin elektrikdən zərər çəkməsinə, yanğın hadisələrinin törənməsinə səbəb olur.

## **MÖVZU 2. Elektrik cərəyanının insana təsir mexanizmi. Elektrik zədə almış insanların müalicəsi**

Elektrik cərəyanı insan bədənindən keçdikdə ona istilik, kimyəvi və bioloji təsirlər göstərir. İstilik təsiri bədən dərisində yanıqlar şəklində, müxtəlif üzvlərin həddən artıq qızması formasında, həmçinin ifrat qızmaların nəticəsində qan damarlarının və əsəb liflərinin qırılması kimi müşahidə olunur. Kimyəvi təsir qanın orqanizmdə olan digər məhlulların elektrolizinə səbəb olur, bu da öz növbəsində onların fiziki- kimyəvi tərkibinin dəyişməsinə gətirib çıxarır və nəticədə orqanizmin normal fəaliyyəti pozulur. Elektrik cərəyanının bioloji təsiri, bədəndə olan canlı toxumaların və hüceyrələrin təhlükəli həyəcanlanmasına səbəb olur. Bu cür təsirlərdən canlı toxumalar və hüceyrələr məhv ola bilər. Elektrik cərəyanının təsirindən alınan xəsarət əsasən iki müxtəlif formada özünü biruzə verir- elektrik zərbələri və elektrik travmaları. Elektrik zərbələri dedikdə, cərəyanın insan bədəninə elə təsiri başa düşülür ki, bu zaman bədən öz əzələləri (məsələn, əl, ayaq və s.) qıc vəziyyətinə düşür. Bu halda adam, cərəyanın qiymətindən və təsir müddətindən asılı olaraq, ürəyin və nəfəsin normal işləməsinə baxmayaraq huşunu itirə də bilər, itirməyə də. Daha ağır hallarda huşun itirilməsi, qan-damar sisteminin pozulmasına və nəticədə ölümlə qurtara bilər. Elektrik zərbələrinin təsirindən bədənə vacib üzvlərinin (ürək, beyin və s.) iflicinə səbəb olur. Elektrik travmaları zamanı cərəyanın bədənə təsirindən, orqanizmin toxumaları (dəri, əzələlər, sümüklər, rabitələr) dağılır. İnsan bədənində ən qorxulu təhlükə, yanıqlar halında olan elektrik travmalarıdır. Elektrik yanıqları bədənə bilavasitə elektrik qurğusunun cərəyan keçirən hissəsi və

elektrik qövsü ilə toxunma yerlərində yaranır. Elektrik zərbələrinin ağır formasında adam klinik ölüm halına düşə bilər (nəfəsi kəsilir və qan dövranı dayanır). Tibbi yardım olmadıqda klinik ölüm, bioloji ölümə çevrilə bilər. Elektrik cərəyanının təsirindən xəsarət almış adamın ölümünün səbəbləri-ürəyin dayanması, köks qəfəsinin əzələlərinin iflici nəticəsində nəfəsin kəsilməsidir. İnsan bədənində yaranan cərəyanın qiyməti, ona tətbiq olunmuş gərginliklə və orqanizmin müqaviməti ilə təyin edilir. İnsan orqanizminin müqaviməti bir sıra faktorlardan asılıdır. İnsan orqanizminin toxumaları müxtəlif xüsusi həcmi müqavimətinə malik olur. Ən böyük müqavimət quru dəri və sümük toxumaları, ən kiçik isə qan və belilig mayesi malikdir. İnsan bədəninin müqavimətini təyin edən əsas faktor dəri və onun üst səthidir (harda, qan daşıyan damarlar olmur). Dərinin üst qatının xüsusi həcmi müqaviməti yüksək olduğundan ona dielektrik kimi baxmaq olar. Dərinin digər qatları (daxili) qandamarları, vəz əsəb sonluqları ilə təchiz olduğundan çox kiçik xüsusi müqavimətə malik olur.

Dərinin üst səthi zədələndikdə (cızıldıqda, kəsildikdə və s.), adamın elektrik müqavimətinin qiyməti birdən azalır və ona görə də orqanizmdən axan cərəyanın qiyməti artır. İnsan bədəninə təsir edən gərginliyin qiyməti artdıqda dərinin üst səthinin deşilməsi baş verir, müqaviməti ani olaraq azalır və bədənə axan cərəyanın qiyməti çoxalır. Beləliklə görürük ki, adamın elektrik cərəyanı təsirindən aldığı xəsarət, çox faktorlardan asılıdır. Bunlardan ən təhlükəlisi, adamların yaş əllə isti və nəm otaqda elektrik cərəyanı keçirən hissələrlə təmasda olduqda baş verir. Elektrik cərəyanının zərbəsindən adamın aldığı xəsarət, onun təhlükəsindən asılı olaraq müxtəlif olur. Xəsarətin təhlükə dərəcəsinə müxtəlif faktorlar təsir göstərə bilər: cərəyanın qiyməti, onun bədənə keçmə müddəti, cərəyanın bədənə keçmə yolu və nəhayət gərginlik altına düşən adamın fərdi xassələrindən (sağlamlığı, yaşı və s.) asılıdır. Bunlardan əsas faktor, insan bədənində yaranan cərəyandır. Adətən, adam dəyişən cərəyanının təsirindən qıcıqlandırmanı 1-1,5mA, sabit cərəyanda isə 5-7mA hiss edir. Bu cərəyanlar, qıcıqlandırmanı hiss edən sərhəd cərəyanları adlanır. 5-10mA dəyişən cərəyanlarda, qıcıqlandırıcı cərəyanların təsirləri güclənir, əzələlərdə ağrılar yaranır və onları iflic halına gətirib çıxarır. 10-15 mA cərəyanlarda ağrılar dözülməz olur, ayaq və əl əzələləri qıclaşması o qədər güclənir ki, adam özü müstəqil olaraq cərəyanın təsirindən azad ola bilmir (əllərini açsın, özündən naqili tullaya və gərginliyin təsir zonasından uzaqlaşsın bilmir). 10-15mA və yuxarı dəyişən, 50-80mA və yuxarı sabit cərəyanlar daha təhlükəli cərəyanlar

adlanır.

Sənaye tezlikli dəyişən cərəyanın (25mA və yuxarı) təsirindən təkcə adamın əl və qol əzələlərində yox, həmçinin döş qəfəsinin əzələlərinə də təsiri olur. ona görə baxılan halda nəfəsin iflici və ölüm halı baş verə bilər. 50Hz tezlikdə 50mA cərəyan nəfəs orqanlarının işini sürətlə pozur, 50Hz tezlikdə 100mA və yuxarı qiymətli cərəyanlar və sabit gərginlikdə 300mA cərəyan qısa zamanda (1-2s) ürəyin əzələlərini zədələyir və ürəyin fəaliyyətini dayandırır. 500mA-dən çox cərəyanın təsirindən ürəyin və nəfəsin iflici baş verir. Adam bədənindən axan cərəyanın təsir müddəti çoxaldıqca, alınan xəsarət daha ağır olur və ölümlə nəticələnmə ehtimalı artır. Elektrik cərəyanının təsirindən alınan zədənin təhlükəsi insan bədənindən cərəyanın keçmə yolunun istiqamətindən də asılıdır. Cərəyan ürək, döş qəfəsi, baş və bel iliyindən keçərsə, onda alınan zədə daha təhlükəli olur. Cərəyanın yolundan (əl-əl, əl-ayaq, ayaq-ayaq, boyun-ayaqlar və s.) asılı olaraq bədən müqaviməti müxtəlif qiymətlərə malik olduğundan, orqanizmdən axan cərəyanın təsiri eyni olmayacaqdır. Ən təhlükəli, (adamın orqanizmindən keçən) əl-ayaq, əl- əl, nisbətən təhlükəsizi isə “ayaq-ayaq” cərəyan yoludur. Əgər gərginlik altında qalan adam, özü cərəyanın təsirindən azad oluna bilmirsə (cərəyan keçirən hissələrdən əlini çəkmək, kənara çəkilmək, naqili qırmaq, dövrəni açmaq və s.), ona təcili kömək göstərmək vacibdir. Adamı gərginlik altından azad etdikdə, çox ehtiyatlı hərəkət etmək (müəyyən tədbirlər görmək) lazımdır, əks halda xilaskar özü də gərginlik altına düşə bilər. İlk növbədə yaxınlıqda olan açar vasitəsilə qurğunu şəbəkədən açmaq və ya izolə olunmuş dəstəqli alətlərdən (bıçaq, kəsici balta və s.) istifadə etməklə cərəyan dövrəsini qırmaq lazımdır. Əgər hadisə elektrik veriliş xəttində baş veribsə, onda bir ucu torpaqlanmış çılpaq naqilli xəttin üstünə atmaqla qısa qapanma yaratmaq lazımdır. Bu halda maksimal cərəyan mühafizəsi işə düşəcək və avtomatik olaraq xətti açacaqdır. Bütün hallarda, qurğu şəbəkədən açıldıqdan sonra, xəsarət almış adamın hündürlükdən düşmə və əzilmə ehtimalı yaranır.

Elektrik cərəyanının təsirindən xəsarət almış adamı, gərginlikdən azad etdikdən sonra, həkim gələnə qədər onun halından asılı olaraq yardım etmək vacibdir. Əgər xəsarət alan şəxs, huşunu itirməyib və sərbəst gəzə bilərsə, onda həmin adamı istirahət üçün rahat olan otağa aparmalı, su içirtməli və uzanmağı məsləhət görməli. Əgər xəsarət almış adamda müəyyən zədələr (əzilmə, kəsiklər, oynaqların çıxılması, sümüklərin sınması və s.) müşahidə olunarsa, onda yerindəcə lazımi köməklik göstərməli, ehtiyac olduqda tibbi məntəqəyə yollamalı və ya həkim çağırmalı. Əgər xəsarət alan adam cərəyanın



təsirindən azad etdikdən sonra huşsuz vəziyyətdədirsə, ancaq normal nəfəs alır və nəbz eşidilirsə, təcili olaraq həkimi çağırmaq, o gələnə qədər yerindəcə yardım göstərməklə huşa gətirmək (naşatır spirti iylətməklə təmiz hava verməli) lazımdır. Əgər xəsarət olan adam cərəyanın təsirindən azad etdikdən sonra ağır vəziyyətdədirsə (nəfəs almır, ya fasilələrlə nəfəs alır və s.), təcili olaraq həkim çağırılmalı və o, gələnə kimi xəstəyə süni nəfəs verməyə başlamalı.

Nəbzın vurulması bərpa olunmadıqda, süni nəfəs vermə prosesi davam etdirilir və bununla yanaşı ürək nayihəsini xaricdən masaj edirlər. Təcrübə göstərir ki, bu cür masaj ürəyin sərbəst normal işini bərpa edə bilər. Yardım göstərən şəxs, xəsarət alan adamın döş qəfəsinin aşağı hissəsinə əllərini bir – birinin üstünə qoyub (ovucun içi aşağıda olmalıdır) təsir göstərməlidir. Dəqiqədə 60 – 80 dəfə ritmik olaraq, döş hissəsinin aşağı nayihəsindən şaquli istiqamətdə aşağı sıxılır. Adamın klinik ölümü vaxtı əzələlərin tonusu itirildiyindən döş qəfəsi daha kiçik olur. Ürək, beləliklə sıxılır və onun divarlarında qan damarlara vurulur. Hər sıxılmadan sonra əllər döş qəfəsindən götürülür və onun düzəlməsinə (ilkin vəziyyəti) imkan verilir ki, nəticədə ürək təzədən qanla dolur. Elektrik cərəyanının təsirindən xəsarət almış adamın həyatının bərpası, iki nəfərin köməyiylə yerinə yetirmək daha məqsədə uyğundur. Bu halda onlar hər 5-10 dəqiqdən bir- birini əvəz etməklə süni nəfəs verməni və ürəyin masajını davam etdirə bilər.

### **MÖVZU 3. İnsanın cərəyanla zədələnmə mexanizminin xüsusiyyətləri**

Elektrik qurluşlarının qaydalarına (EQQ) görə elektrik qurğuları və şəbəkələri aşağıdakı növlərə ayrılırlar: Elektrik cərəyanı ilə zədələnmələrin növləri, Elektrik cərəyanı ilə zədələnmələri iki yerə ayırırlar:

- Yerli elektrik zədələri,
- Ümumi elektrik zədələri.
- Ümumi elektrik zədələrinin özlərini isə iki yerə bölürlər: elektrik zərbəsi və elektrik şoku.

Yerli elektrik zədələnməsi zamanı elektrik cərəyanının təsiri səbəbindən bədənin toxumalarında aydın müşahidə olunan lokal zədələr əmələ gəlir. Çox vaxt bunlar səthi zədələrdir: dəri və bəzən sümük və sümükləri birləşdirən toxumaların zədələnməsindən ibarət olur. Yerli travmaların təhlükəsi yerdən və toxumaların zədəsinin dərəcəsindən asılıdır. Bir qayda olaraq, yerli travmalar sağalır, işləmək qabiliyyəti bərpa olunur.

Tipik yerli elektrik zədələrə aşağıdakılar aiddir:

- elektrik yanıqları,
- elektrik nişanları,
- dərinin metallaşması,
- mexaniki zədələr
- elektrooftalmiya.

*Elektrik yanığı* – bədənin səthinin və ya daxili orqanların elektrik qövsünün və yaxud insanın bədənindən keçən böyük cərəyanların təsiri ilə zədələnməsidir.

Elektrik yanıqları 4 dərəcədə olur:

I dərəcə – dərinin qızarması;

II dərəcə – suluqların əmələ gəlməsi;

III dərəcə – dərinin keyləşməsi;

IV dərəcə – toxumaların yanması

*Elektrik nişanı* – elektrik cərəyanının təsirinə məruz qalmış insanın bədən səthində kəskin qaralmış və ya sarımtıl rəngli qabarıq ləkələrin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Elektrik nişanları adətən dairəvi və yaxud oval formaya malik olur.

*Dərinin metallaşması* – elektrik cərəyanının təsirindən sıçrayan və buxarlanan (qaynaq zamanı və s.) hissəciklərin dərinin səthinə nüfuz etməsi nəticəsində əmələ gələn ləkələrdir.

*Mexaniki zədələr* insanın bədəni vasitəsilə keçən cərəyan təsiri altında əzələlərin kəskin iradəsiz təlaşlı qısalmasıdır. Nəticədə dərinin, qan damarların və əsəb toxumalarının qırılmaları, oynaqların çıxıqları və hətta sümüklərin sınıqları ola bilər. Mexaniki zədələr çox nadir hallarda yaranır.

*Elektrooftalmiya* (“oftalmiya” - yunanca göz) – elektrik qövsü şüaları nəticəsində gözün aldığı zədələrə deyilir. Belə zədələr elektrik qövsü (qısa qapanma) baş verdikdə mümkün ola bilər ki, bu da nəinki görünən işıqın, həm də görünməyən intensiv ultrabənövşəyi və infraqırmızı şüaların orqanizmin hüceyrələri tərəfindən udulması nəticəsində baş verən kimyəvi təsirdən yaranır.

- Ümumi elektrik zədələri.
- Elektrik cərəyanı ilə zədələnmələri iki yerə ayırırlar:
- Yerli elektrik zədələri,
- Ümumi elektrik zədələri.

Ümumi elektrik zədələrinin özlərini isə iki yerə bölürlər: elektrik zərbəsi və elektrik şoku.*Elektrik zərbəsi* – orqanizmin canlı toxumalarından keçən elektrik cərəyanının təsiri nəticəsində onların qıcıqlanmasıdır. Elektrik zərbəsi bədənin müxtəlif əzələlərinin qeyri-ixtiyari qıcolması şəklində özünü biruzə verir

*Elektrik şoku* – orqanizmin elektrik cərəyanı ilə həddən artıq qıcıqlanması səbəbindən baş verən ağır əsəb-reflektor reaksiyasıdır. Bu cür zədələnmə nəticəsində qan dövranı və orqanizmdəki maddələr mübadiləsi dərinədən pozulur, tənəffüs orqanları, ürək, sinir sistemi, digər üzvlər tam və ya qismən iflic olur.

Elektrik cərəyanı ilə zədələnmənin nəticəsini müəyyən edən amillər

Elektrik cərəyanı ilə zədələnmənin nəticəsi aşağıdakı amillərlə müəyyən olunur:

*Elektrik şəbəkəsinin parametrləri:*

- cərəyan şiddətinin qiyməti
- gərginliyin qiyməti;
- cərəyanın növü və tezliyi;
- cərəyanın təsir müddəti;

Daxili şəbəkələr və qurğular üçün, həmçinin elektrik təhlükəsizliyi tədbirləri nəzərindən, elektrik avadanlıqlarını və onlara xidmət edən işçiləri əhatə edən mühitin xarakteri də vacib rol oynayır. Ona görə də elektrotexniki quruluşların qaydalarına (EQQ) əsasən istehsalat otaqları təhlükəsizlik tədbirləri nöqtəyi – nəzərdən aşağıdakı kateqoriyalara bölünür:

1. Daha qorxulu təhlükə yaradabilən və aşağıda verilən şərtlərdən birinə malik yüksək təhlükəli otaqlar:

-nəm və keçirici tozlu;

-elektrik cərəyanı keçirən döşəməli (metal, dəmir beton və s.);

-yüksək temperaturlu ( $30^0$ -dən yuxarı);

-adamın eyni vaxtda bir tərəfdən torpaqlanmış metal konstruksiyalarla, texnoloji aparatlarla, mexanizmlərlə və o biri tərəfdən elektrik qurğularının gövdəsi ilə toxuna biləcək imkanına malik;

2.Xüsusi təhlükəni yaradan və aşağıda verilən şərtlərdən biri ilə xarakterizə olunan xüsusi təhlükəli otaqlar;

a) xüsusi nəm;

b) kimyəvi aktiv mühitli;

v) eyni vaxtda iki və ya daha çox artırılmış təhlükəli şərtlərinə malik.

3.“Artırılmış təhlükəli” və “xüsusi təhlükəli” şərtləri olmayan qorxusuz (artırılmış) təhlükəli otaqlar.

Elektrik təhlükəsizliyi məsələlərinə baxıldıqda, EQQ-də qəbul edilmiş xüsusi terminlərdən istifadə olunur. Çox zamanlar aşağıdakı anlayışlar işlədilir: *Yerlə qapanma* dedikdə, gərginlik altında olan elektrik qurğularının hissələrinin, elektrik avadanlıqlarının konstruktiv hissələri və ya bilavasitə yerlə təsadüfən elektrik birləşməsi başa düşülür. Elektrik maşınlarında, aparatlarda, xətlərdə, qurğuların torpaqlanmış konstruktiv hissələrində baş

verən qapanma, gövdəyə qapanma deyilir. Qapanma yerindən torpağa axan cərəyana, yerə *qapanma cərəyanı* deyilir.

*Toxunma gərginliyi* dedikdə, yerə qapanma cərəyanının dövrəsində, ona adam toxunduğu anda iki nöqtə arasında yaranan gərginlik başa düşülür.

*Addım gərginliyi* dedikdə isə, adamın eyni vaxtda ayaq basdığı torpaq və döşəmə nöqtələri arasında yerə qapanma cərəyanının yaratdığı gərginlik başa düşülür.

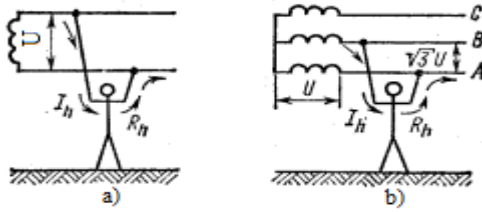
Elektrik qurğularının istismarı zamanı, onlara xidmət göstərən işçinin gərginlik altında qalma ehtimalı mövcuddur. Əksər hallarda cərəyan keçirən hissələrə toxunma, adam yerdə və ya keçirici oturacağı (təməlin) üstündə durduğu halda baş verir.

Birqütblü toxunmada bədənə axan cərəyan, təkcə gərginlikdən asılı olmayıb, başqa faktorlardan da, məsələn neytralin rejimindən, şəbəkənin izolyasiyasının vəziyyətindən, otaqda döşəmənin halından, adamın ayaqqabısından və s. asılıdır.

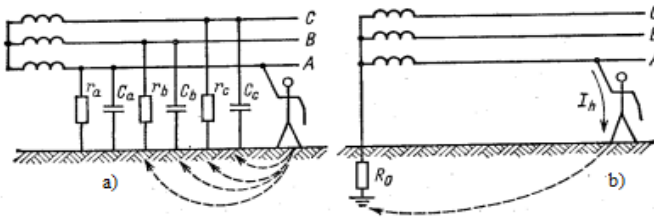
Naqillərin təbii torpaqlayıcılarla birləşdirmək əməliyyatı qaynaq vasitəsilə yerinə yetirilir. Torpaqlayıcı quruluşların naqillərini və elektrodlarını adətən polad məftillərdən və ya lentlərdən, torpaqlayıcılar isə polad materialdan hazırlanır. Mexaniki möhkəmliyi şərtlərinə görə torpaqlayıcı polad məftillərinin ən kiçik en kəsiyi, təhlükəsizlik texnikasının qaydalarında göstərilən qiymətdən az olmamalıdır.

#### **MÖVZU 4. İnsan bədəni elektrik dövrəsində, canlı toxumaların elektrik keçiriciliyi. İnsan bədəninin toxumalarının tam müqaviməti.**

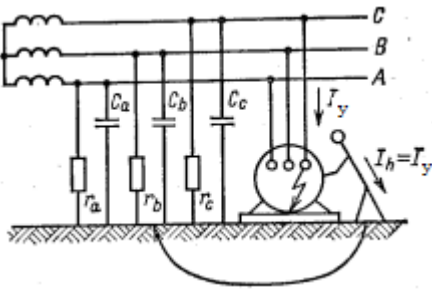
*Şəbəkə naqillərinə bir qütblü və iki qütblü toxunma* Elektrik vurmasının ən çox rast gəlinən halları metal hissələri əl ilə toxunma səbəbindən baş verir. Bu zaman həmin metal hissələr adətən gərginlik altında olur. Bu hal birbaşa şəbəkə naqillərinin olması ilə izah edilə bilər. Yəni, şəbəkə gərginliyini ötürən naqillərə birbaşa toxunan halda baş verir. Toxunma bir qütblü və iki qütblü ola bilər. Bu halda insan tam şəkildə cərəyan mənbəyinin təsiri altında olur. Şəkil 1 və 2-də uyğun olaraq bir fazlı və üç fazlı şəbəkələr üçün bir qütblü toxunma halı əks olunur. Şəkil 3-də izolə edilmiş neytral olan 3 fazlı şəbəkədən qidalanan aparatda 1 fazın gövdəyə qapandığı halda toxunmanın sxemi verilmişdir.



Şək.1 Şəbəkə naqillərinə iki fazlı (iki qütblü) toxunma: a) bir fazlı şəbəkə və ya sabit cərəyan şəbəkəsi; b) üç fazlı şəbəkə.



Şək.2. Üç fazlı şəbəkədə bir fazlı toxunma: a) neytral izole edilmiş şəbəkə; b) neytral torpaqlanmış şəbəkə.



Şək.3. İzole edilmiş neytral olan 3 fazlı şəbəkədən qidalanan aparatda 1 fazın gövdəyə qapandığı halda toxunmanın sxemi.

Burada  $r_a$ ,  $r_b$ ,  $r_c$  və  $c_a$ ,  $c_b$ ,  $c_c$  A, B və C fazaların yerə nəzərən izolyasiya müqavimətləri və tutumlarıdır;  $I_h$  adamın bədənindən keçən və yerə axan  $I_y$  cərəyanına bərabər cərəyandır. Bu zaman insan bədənindən yerə  $I_h$  — cərəyanı axır. Bu cərəyanın qiyməti tətbiq olunan gərginliklə, hər bir fazın yerə nəzərən izolyasiyasını göstərən  $r_a$ ,  $r_b$ ,  $r_c$  aktiv müqavimətləri və  $c_a$ ,  $c_b$ ,  $c_c$  tutumları ilə, insanın  $R_h$  müqaviməti və insanın ayaqlarının döşəmə ilə toxunması arasında olan  $R_t$  müqaviməti ilə təyin olunur.

*İnsan bədəninin müqaviməti.* Elektrik gərginliyinin təsirinə insanın məruz qaldığı zaman, onun bədənini vasitəsilə elektrik cərəyanı axmağa başlayır və bu cərəyanın qiyməti yalnız tətbiq olunmuş gərginliyin qiymətindən deyil, həm də insan bədəninin müqavimətindən asılıdır. Eyni zamanda, insanın bədəninin müqaviməti — heç də sabit kəmiyyət deyil, onun qiyməti çox amillərdən asılıdır: gərginliklə kontaktda olan anda insanın psixi və fiziki vəziyyətindən, həm də zərbə vaxtı sızma cərəyanı keçən qapalı dövrənin parametrlərindən,

xarici mühit şəraitindən və s.-dən asılıdır. İnsanın bədənini müxtəlif toxumalardan ibarətdir və toxumaların hər növü öz müqavimətinə malikdir. Məsələn, vətərlər, dəri, piy toxumaları, qığırdaqlar və sümüklərin xüsusi müqavimətləri bir-birindən fərqli olmaqla 3- 20 kOm·m diapazonunu əhatə edir. Qan, əzələlər, limfa, baş və onurğa beyini isə 0,5-dən 1 Om·m-a qədər xüsusi müqavimətə malikdir. Bütün bu toxumalardan dəri özünün ən böyük müqavimətilə fərqlənir, buna görə məhz dəri önəmli dərəcədə elektrik cərəyanına insan bədəninin göstərdiyi müqavimətini müəyyən edir.

İnsanın bədəninin elektrik müqaviməti həmçinin belə faktorlardan: insanın bədənində elektrodların yerləşdirilməsi yerindən, toxumalara tətbiq olunmuş gərginliyin qiymətindən, keçən cərəyanın növü və tezliyindən və s.-dən asılıdır.

Onu nəzərə alsaq ki, eyni bir insanda dərinin müqaviməti bədənini müxtəlif sahələrində müxtəlifdir və toxumalarla axan cərəyan yolunun dəyişməsi vaxtı da həmçinin daxili müqavimət müxtəlif olur, buna görə inamla təsdiq etmək olar ki, dərinin müqavimətinin qiyməti nöqtəyi-nəzərindən elektrodların yerləşdirilməsi yeri çox əhəmiyyətlidir. Dərinin müxtəlif sahələrində müqavimətin müxtəlif qiyməti dərinin buynuz qatının müxtəlif qalınlığı, bədənində tər vəzilərinin qeyri-bərabər paylanması, dəri damarlarının qanla dolması dərəcəsinin müxtəlif olması ilə izah olunur.

İnsanın bədənində dərisinin üz, boyun, əl (ovucdan yuxarıda, bədəninə tərəf yönəlmiş), qoltuqaltı çöklər və əllərin biləklərinin arxa tərəfinin dərisi ən kiçik müqavimətə malikdir.

İnsanın bədənini vasitəsilə cərəyanın keçməsi dərinin yerli qızması və bədənini toxumalarına qıcıqlandırıcı təsirlə müşayiət olunur. Cərəyanın artması zamanı qızma və onun qıcıqlandırıcı təsiri güclənir və bu dərinin damarlarının genişlənməsi şəklində orqanizmin sürətli cavab reaksiyasına səbəb olaraq, nəticədə onun qanla təchizatının artması və tərləmənin güclənməsi baş verir və bu da sonda dərinin elektrik müqavimətinin azalmasına gətirib çıxardır.

İnsanın bədənində tətbiq edilmiş gərginliyin artımı müqavimətin əhəmiyyətli dərəcədə azalmasına səbəb olur və limitdə dərialtı toxumaların (300 Om) müqavimətinə yaxınlaşır. 5 V-dan böyük və 50 Hz tezlikli gərginlikli gərginliklərdə insan bədəninin müqavimətini aşağıdakı empirik düsturla (kOm-larla) hesablamaq olar:

$$Z_h = \frac{77}{U_h + 10} + 0,3$$

Bioloji toxumaların müqavimətinin ölçülməsi toxumaların vəziyyətinin,

strukturunun, tərkibinin fiziki xüsusiyyətlərinin və həmçinin, orqanizmdə gedən fizioloji proseslərlə bağlı dəyişikliklərin öyrənilməsi məqsədi ilə həyata keçirilir. Bu zaman onu nəzərə almaq lazımdır ki, bioloji toxumaların impedansı onlardan keçən cərəyanın sıxlığının  $10 \text{ mA/sm}^2$  –dən kiçik qiymətlərində sabit qalır, bu qiyməti aşdıqda isə dəyişilir, yəni cərəyanın böyük qiymətlərində özünü qeyri-xətti keçirici kimi aparır. Hesab olunur ki, bioloji toxumaların impedansı sabit qalırsa onda onların fizioloji vəziyyəti dəyişməz qalır, impedansın dəyişilməsi isə fizioloji vəziyyətin dəyişməsi ilə bağlıdır.

Bioloji toxumalarda enerjinin dönməz itkiləri ilə müşayiət olunan müxtəlif proseslər də həmçinin müqavimətin aktiv toplananına öz əlavəsini verir.  $X$  reaktiv komponent tədqiq edilən toxumaların tutum xüsusiyyətləri ilə təyin olunur, o cümlədən, bioloji membranların tutum xüsusiyyətləri ilə. Bundan başqa, stimulyasiyaedici elektrodların bioloji toxumalarla kontakt oblastı da impedansının tutum komponentinə əlavə verir. İmpedansın mütləq qiyməti

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

kimi təyin olunur.

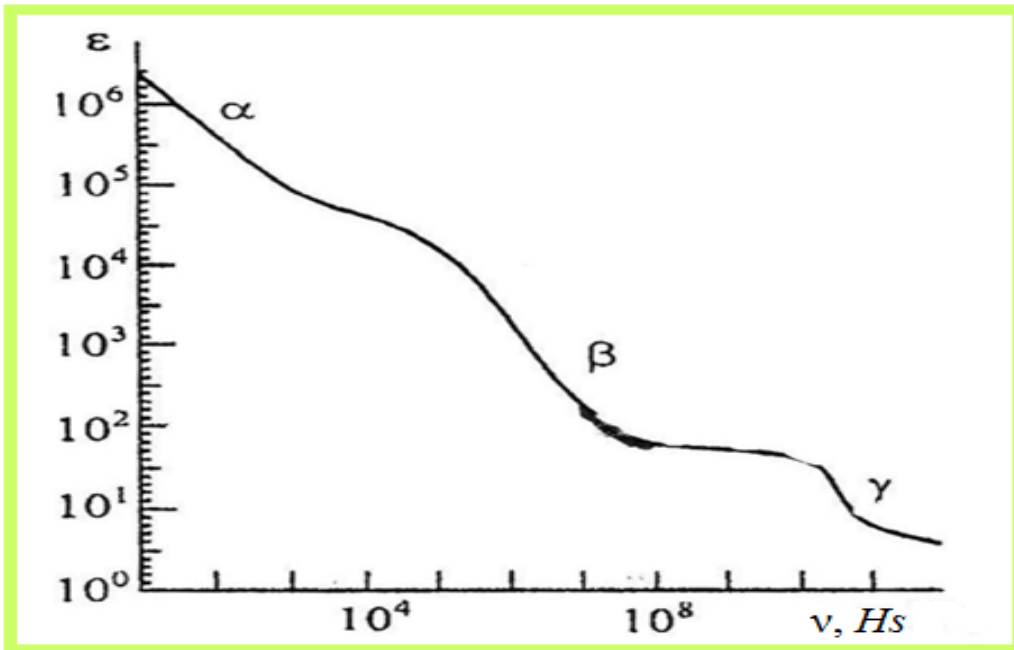
Elektrotibbi avadanlıqlar layihələndirilərkən pasiyentin məruz qala biləcəyi gərginliyin astana qiymətləri yəni insan bədənində astana cərəyanları yarada bilən gərginliyin qiymətləri maraqlı kəsb edir. Bunun üçün insan bədəninin müqavimətini bilmək lazımdır. Dərinin müqaviməti qeyri xətti kəmiyyətdir. Bu müqavimət tətbiq olunan gərginliyin qiymətindən və zamandan asılıdır ki, o da dərinin üst qatının sıradan çıxması səbəbindən kifayət qədər azalır. Dərinin müqaviməti həmçinin dərinin qızması və tərləmənin artmasından asılı olaraq azalır. Bu da əsasən böyük kontakt sahəsinin olması ilə və kifayət qədər kontakt təzyiqinin artması ilə əlaqədardır.

### **MÖVZU 5. Elektriklə zədələnmənin elektrik dövrəsinin parametrlərindən asılılığı.**

Qeyd etmək lazımdır ki, 110 və 220 kV-dan və yuxarı gərginlikli bilavasitə torpaqlanmış neytrallı şəbəkələrdə cərəyan keçirən hissələrə toxunmaq qeyri-mümkündür. Çünki, bu cür şəbəkələr çəpərlənir və ya onlar əlçatmaz hündürlükdə yerləşdirilir. Yerdən izolə olunmamış cərəyan keçirən hissələrə adam yaxınlaşdıqda (açılmamış hava xətti dayağına çıxdıqda) elektrik qövsü vasitəsilə cərəyanın təsirindən xəsarətəlməyə məruz qalır.

Bilavasitə torpaqlanmış neytrallı və 1000V-a qədər gərginlikli şəbəkələr sənaye müəssisələrində daha geniş yayılmışdır. Bunlara həmçinin 380/220V gərginlikli dörd naqilli şəbəkələr də daxildir. Bu cür şəbəkələrin qida mənbəyi adi üçfazlı güc transformatorunun ikinci tərəf dolağı və ya nadir hallarda üçfazlı generatorun dolaqları olur.

1000V-dan yuxarı gərginlikli şəbəkələrin xarakterik xüsusiyyəti, kabel və hava xətlərinin izolyasiya müqaviməti yerə nəzərən böyük, fazaların tutum keçiriciliyi yerə nəzərən çox olmasıdır. Yerdən izolə edilmiş neytrallı şəbəkələrdə fazların izolyasiya və tutum keçiriciliklərinin bərabərliyində yerə nəzərən faz gərginliklərinin simmetriyası olur, qida mənbəyinin neytralının yerə nəzərən gərginliyi sıfır olur. Bioloji toxumaların dielektrik nüfuzluğunun tezlikdən asılılığı  $\epsilon=f(\nu)$ :



Bu asılılıqda müxtəlif tezlik diapazonlarında polyarizasiya mexanizmlərinin müxtəlifliyi ilə bağlı olan üç oblastı fərqləndirirlər:  $\alpha$ - ,  $\beta$ - və  $\gamma$ - dispersiya oblastları.

$\alpha$ - dispersiya oblastı 1kHs-ə qədər olan alçaq tezlik oblastını əhatə edir. Burada səthi polyarizasiya effekti güclüdür. Qiçant dipolların fırlanması, tezliyin artması ilə xarici elektrik sahənin intensivliyinə nəzərən geri qalır.

$\beta$ - dispersiya oblastı  $10^4 - 10^8$  Hs tezlik (radiotezlik) oblastını əhatə edir və zülal makromolekulların oriyentasiya polyarizasiya ilə izah olunur (dönmə xarici elektrik sahənin dəyişməsindən geri qalır).

$\gamma$ - dispersiya oblastı ( $10^{10}$  Hs tezlikdən yüksək tezliklər oblastını əhatə edir -



mikrodalğalar oblasti) su molekullarının polyarizasiya dərəcəsi ilə müəyyən olunur.

#### *Cərəyanların astana qiymətləri*

Elektrik cərəyanının təsirini müəyyən edən əsas amil onun qiymətidir. cərəyanın qiyməti nə qədər böyük olarsa, onun təsiri bir qədər təhlükəli olur.

İnsanın təsirini hiss etməyə başladığı cərəyanların ən kiçik qiymətləri - astana qiymətləri

Dəyişən cərəyan (50 Hs) üçün : 06 -1,5 mA

Sabit cərəyan üçün: 5-7 mA

Cərəyanın qiymətinin sonrakı artımı zamanı ikinci astana qiyməti yaranır – “buraxmayan” və ya “saxlayan” cərəyan adlanır və bu halda insan “elektrik naqilini buraxmaq vəziyyətində olmur” . Bu halda əllərin və insanların əzələlərinin təlaşlı yığılmaları baş verir və barmaqları elektrik naqilindən ayıra bilmir. “buraxmayan” və ya “saxlayan” cərəyanların astana qiymətləri:

Dəyişən cərəyan (50 Hs) üçün : 10 -15 mA

Sabit cərəyan üçün: 50-80 mA

Ürəyin fibrilyasına gətirib çıxaran cərəyanların astana qiymətləri:

Dəyişən cərəyan (50 Hs) üçün : 100 mA

Sabit cərəyan üçün: 300 mA

Ürəyin fibrilyasiyasının baş verməsinin ehtimalı cərəyanın keçmə müddətinin qiymətindən asılıdır.

Sağlam ürək dəqiqədə (60 – 80) dəfə döyünür, yəni bir kardiosiklin uzunluğu təxminən bir saniyə təşkil edir. Ürək fəaliyyətin hər sikli iki mərhələdən ibarətdir: diastola, nə vaxt ki, ürəyin mədəcikləri zəiflədilmiş vəziyyətdədir və qanla dolur, və sistola, nə vaxt ki, ürək yığılaraq arterial damarlara qan vurur. Eksperimental olaraq müəyyənəyən edilmişdir ki, elektrik cərəyanı formasında qıcıqlandırıcıya ürəyin həssaslığı onun fəaliyyətinin müxtəlif mərhələlərində müxtəlifdir. Məlum olmuşdur ki, T mərhələsində ürəyin elektrik cərəyanına müqaviməti ən zəif olur. T mərhələsinin davam etmə müddəti 0,2 saniyəyə bərabərdir.

Əgər cərəyanın təsiri anı T mərhələsiylə üst-üstə düşməzsə, onda cərəyanların böyük qiymətləri fibrilyasiyaya səbəb olmur , amma ürək dayanmasına gətirib çıxara bilər. Cərəyanın keçmə müddəti kardiosiklin davam etmə müddəti ilə müqayisə oluna bilərsə onda cərəyan eləcə də T mərhələsində də ürəkdən keçər. Bu zaman fibrilyasiyasının baş verməsinin ehtimalı ən böyük olur. Cərəyanın keçmə müddəti nə qədər qısa olarsa fibrilyasiyasının baş verməsinin ehtimalı bir o qədər kiçik olur.

## **MÖVZU 6. Gərginlik və cərəyandan alınan zədələr**

Elektrik cərəyanının təsirindən alınmış xəsarətlərin təhlili göstərir ki, zədələrin təhlükəsi əsasən şəbəkələrin vəziyyətindən və onun izolyasiyasının müqavimətindən asılıdır. Hər bir elektrik qurğusu elə layihələndirilməli və quraşdırılmalıdır ki, istismar prosesində onlar etibarlı və təhlükəsiz işləsinlər. Elektrik maşınlarının, aparatların, paylaşdırıcı quruluşların və elektrik şəbəkələrinin cərəyan keçirən bütün hissələri metal gövdələrdən və konstruksiyalardan etibarlı izolə olunmalı və əlçatmaz yerdə quraşdırılmalıdır. Bütün naqıl birləşmələri səliqəli və etibarlı yerinə yetirilməlidir, yağla doldurulmuş aparatların gövdələri və ya bakları möhkəm olmalıdır. Ayrı-ayrı elektrik qurğularının elektrik təhlükəsizliyi baxımından EQQ-nın tələbləri nəzərdən keçirək. Müəssisənin elektrik təchizatı sistemi adətən qidalandırıcı, paylaşdırıcı transformatorlardan və çevirici yarımstansiyalardan, onları əlaqələndirən hava və kabel xətlərindən ibarət olur. 35-220kV gərginlikli elektrik enerjisini bir qayda olaraq hava, 6-10kV gərginlikdə isə kabel xətləri ilə paylayırlar. Müəssisənin ərazisindən və ya əhalinin yaşayış sahələrindən keçən hava xətləri qırılmaya qarşı daha davamlı olmaqla yanaşı naqillər buraxılan həddən aşağı düşməməlidir. EQQ-na əsasən hava xətlərinin altından keçən nəqliyyatın təhlükəsizliyini təmin etmək üçün 1000V-a qədər gərginlikdə yerdən sallanmış naqilə qədər olan məsafə 6m, 1000V-dan yuxarı və 110kV-a qədər – 7m, 220kV gərginlikdə isə 8m-dən az olmamalıdır. Həmçinin hava xətlərindən müxtəlif binalara və tikililərə qədər normallaşdırılmış məsafəni gözləmək tələb olunur. 1000V-a qədər gərginlikli hava xətlərinə xidmət zamanı təhlükəsizliyi təmin etmək üçün dayaqlarda sıfır xəttini faz xətlərindən aşağıda çəkirlər. Xarici işıqlandırma naqilləri hava xətləri ilə bir dayaqda quraşdırdıqda, onları sıfır xəttindən aşağı çəkməyə icazə verilir. Əriyən qoruyucular dayaqlarda naqillərdən sonra quraşdırılır. Kabel xətləri, zədələnməyə və ətrafdakı təhlükəyə görə hava xətlərindən daha etibarlı sayılır, çünki onların cərəyan keçirən damarları mexaniki zədələrdən mühafizə olunmuşdur. Kabel xətləri, birbaşa torpaqda xüsusi kanallarda, tunellərdə və binaların daxilində yerləşdirilir. Bütün bu hallarda kabel xətləri mexaniki təsirlərdən qorunmalıdır. Əks halda mexaniki örtük və izolyasiya qatı dağılır, elektrik cərəyanının təsirindən xəsarət alma ehtimalı artmış olur. Ona görə də yerin altından çəkilən kabel xətləri beton panellər vasitəsilə qorunur, ya da asbest və keramiki boruların içərisi ilə çəkilir. Kabel xətlərinin çəkildiyi yol yerli planda qeyd olunur və müəyyən

məsafələrdə yerin altından kabelin keçməsinə və onun zədələnməsi zamanı yaranan təhlükə barəsində xəbərdarlıq işarələri qoyulur. Zirehli kabellərin üstünə mühafizə örtüyü (ələlxüsus yanar lifli materiallardan) çəkilməsi icazə verilmir. Kabel xətlərinə xidmət zamanı elektrik təhlükəsizliyini təmin etmək üçün onların metal örtüklərini torpaqlamaq vacibdir. Təzə çəkilmiş kabel xəttini istismara buraxmazdan öncə onun cərəyan keçirən hissələrinin (damarlar) izolyasiyasının sınağını aparırlar.

Müxtəlif məqsədlərlə quraşdırılan elektrik qurğularının təhlükəsizliyi bir sıra mühafizə tədbirlərini həyata keçirtməklə təmin olunur. Bu cür tədbirlərə misal olaraq: alçaq gərginliklərin tətbiqi və şəbəkələrin mühafizə vasitələri ilə ayrılması, ikiqat izolyasiyanın tətbiq edilməsini, cari nəzarət və profilaktik sınaqlarını, mühafizə torpaqlanmasını və ya elektrik qurğularının gərginlik altına düşmə ehtimalı olan konstruksiya elementlərinin və elektrik avadanlıqlarının gövdələrinin torpaqlanmasını, təsadüfən gərginlik altına düşmüş elektrik avadanlığının hissələrinin və şəbəkənin zədələnmiş sahələrini avtomatik mühafizə olunmasını, müxtəlif mühafizə vasitələrindən və qoruyucu tərtibatlarından istifadə olunmasını, xəbərdarlıq siqnalizasiyasının, yazıların, plakatların və həmçinin səhv əməliyyatların qarşısını almaq üçün mühafizə hasarlarının və aparatların blokirovkasından istifadə olunmasını göstərmək olar.

Kiçik gərginliklərin tətbiqi və şəbəkələrin mühafizə açılması

Konkret istehsal şəraitindən asılı olaraq, bir yerdən başqa yerə daşınan (səyyar) az güclü cihazlardan (yerli işıqlandırma lampaları, elektrik deşikəçiciləri və s.) texnikada geniş istifadə olunur. Bu cür cihazlardan istifadə olunduqda iş icraçısının elektrik cərəyanının təsirindən zədə alma ehtimalı mövcud olur (bilavasitə cərəyan keçirən hissələrə toxunduqda, izolyasiyanın deşilməsi nəticəsində, cihazın gövdəsi gərginlik altına düşdükdə və s.). Ona görə bu cür cihazlarla işləyən şəxslərin tam təhlükəsizliyini təmin etmək üçün həmin cihazları qidalandırdıqda 42V-a qədər (məs. 12 və 36V) gərginlik tətbiq edilməlidir. Kiçik gərginlik mənbələri olaraq, qalvanik elementlərdən yığılmış batareyalardan, akkumulyatorlardan, düzləndiricilərdən, düzləndirici qurğulardan və alçaldıcı transformatorlardan istifadə olunur. Düzləndirici qurğulardan istifadə olunduqda, onlar 220/380V-lu şəbəkələrə alçaldıcı transformatorlar vasitəsilə birləşdirilir (avtotransformatorlardan istifadə etmək olmaz). Elektrikləndirilmiş bəzi alətləri (elektrik deşikəçilər, vibratorlar, cilalayıcı dəzgahlar) qidalandırmaq üçün yüksək tezlikli (200-400Hz) cərəyanlardan istifadə olunur. Bu halda həmin alətlərin çəkisi və qabarit ölçüləri azalır, iş şəraiti isə yaxşılaşır. Bu cür qurğularda təhlükəsizliyi

artırmaq üçün, ancaq gərginliyi azaltmaq lazımdır, çünki 200-400Hz tezlikli cərəyanlar insan həyatı üçün sənaye tezlikli (50Hz) cərəyanlardan daha təhlükəlidir. Alçaq gərginlikli işlədicilər üçün daha geniş yayılmış qida mənbəyi bir və ya üç fazlı alçaldıcı transformatorlardır (220/12, 220/24 və ya 220/36V). Alçaldıcı transformatorlardan (220/12, 220/24 və 220/36V) istifadə olunduqda elektrik cərəyanla xəsarət alma təhlükəsi, transformatorların dolağının izolyasiyasının zədələnməsi zamanı birinci tərəf gərginliyinin ikinci tərəf dolağa keçməsi və ya transformatorun gövdəsinin gərginlik altına düşməsi nəticəsində yarana bilər. Bu cür hallarda yaranan təhlükədən mühafizə olunması üçün transformatorun ikinci tərəf dolağının bir ucunu, gövdəsinə və nüvəni torpaqlayırlar.

### **MÖVZU 7. Zədələrə tezliyin, elektrik dövrəsinin mövcudluğu müddətinin və ətraf mühitin təsiri**

Sızma cərəyan tibbi avadanlıqların istismarı zaman yarana bilən qeyri-işçi cərəyanıdır. Tibbi texnikanın elektrik təhlükəsizliyinə qarşı qoyulan müasir beynəlxalq standartlara görə (ГОСТ Р МЭК 60601-1-2010) sızma cərəyanlarını aşağıdakı kimi ayırırlar:

- a) yerə sızma cərəyanı:
- b) əlçatan hissəyə sızma cərəyanı,
- c) pasiyentdən keçən sızma cərəyanı.

Əlçatan hissə dedikdə tibbi elektrik aparatın (məmulatın) *işçi hissəsi* istisna olunmaqla, standart sınaq barbaqcığı ilə toxunmaq mümkün olan hissəsi başa düşülür.

*Yerə sızma cərəyanı* avadanlığın şəbəkə hissəsindən izolyasiya qatı və ya onun səthi ilə keçərək mühafizəedici torpaqlayıcı naqilə axan cərəyanıdır.

*Əlçatan hissəyə sızma cərəyanı* - normal istismar zamanı operatora və ya pasiyent üçün əlçatan pasiyent ilə birləşmələr istisna olmaqla, korpusdan və ya onun hissələrindən qoruyucu yerlə birləşdirici naqillə yox, digər fərqli olan xarici cərəyankeçirici yollarla yerə və ya korpusun digər hissəsinə keçən sızması cərəyanıdır.

*Pasiyentdən keçən sızma cərəyanı* – bu,

- avadanlığın pasiyent ilə birləşmələrindən pasiyentdən keçməklə yerə axan cərəyanıdır və ya
- xarici mənbəyin təsirindən pasiyentdə nəzərdə tutulmamış gərginliyin meydana çıxması səbəbindən yaranan və F tipli işçi hissədə pasiyentlə birləşmələrdən yerə axan cərəyanıdır.

*Pasiyentin dövrəsində əlavə cərəyan* dedikdə normal istismar vaxtı pasiyentlə birləşmələrin hər hansı birisi ilə qalan digər birləşmələr arasında pasiyentdən keçməklə axan və fizioloji təsirin yaradılması üçün nəzərdə tutulmamış cərəyan nəzərdə tutulur.

Pasiyentlə birləşmə dedikdə işçi hissədə pasiyentlə birləşmə başa düşülür, hansı ki ondan normal vəziyyətdə və ya tək pozulma halında pasiyent və məmulat arasında cərəyan axa bilər.

Tibbi məmulatın işçi hissəsi dedikdə, tibbi məmulatın və ya tibbi sistemin normal istismarı zamanı müəyyən tələb olunan funksiyaları yerinə yetirmək üçün hökmən pasiyentlə kontaktda olan hissəsi başa düşülür.

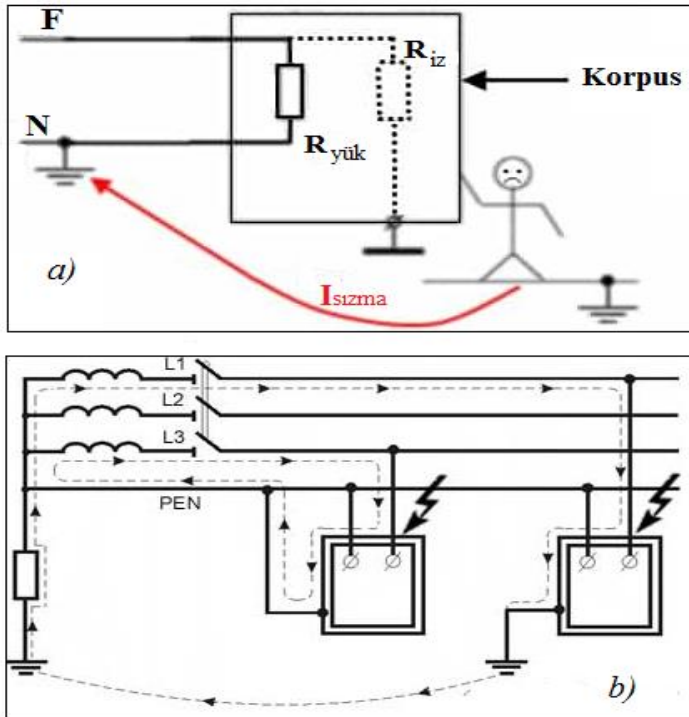
Gövdədən keçən sızma cərəyanının buraxıla bilən həddi həmin vasitənin mühafizə sinfindən asılıdır. Mühafizə torpaqlayıcısı olan vasitələr üçün bu qiymət 0,5 mA ( 0,1 və 1 sinifləri üçündür ), II sinif vasitələr üçün bu qiymət 0,25 mA -dən çox olmamalıdır. Pasiyentdən axan sızma cərəyanının buraxıla bilən qiyməti işçi hissənin pasiyentlə əlaqəsindən asılıdır, yəni vasitənin tipindən asılıdır. B və BF tipli vasitələr üçün pasiyentdən axan sızma cərəyanının ən böyük buraxıla bilən qiyməti 0,1 mA, CF tipli vasitələr üçün yəni birbaşa üreklə əlaqəli vasitələr üçün 0,01 mA — dən çox olmamalıdır.

Elektrik təhlükəsizliyinin əsas sınaqlarından birisi sızma cərəyanının ölçülməsidir. Dəyişən cərəyan sızmasının ölçülməsində izolyasiyanın kompleks müqaviməti yəni, onun omik müqavimətindən başqa tutum vasitəsilə dəyişən cərəyanın izolyasiyanı şuntlaması nəzərdə tutulur. *Sızma cərəyanı* – bu işçi olmayan cərəyandır.

Sızma cərəyanlarının qiymətini aşağı salmaq və beləliklə də təhlükəsizliyi təmin etmək üçün *torpaqlama və sıfırlama* üsullarından istifadə olunur.

Torpaqlama zamanı sızma cərəyanından müdafiə toxunma gərginliyinin azalması hesabına həyata keçirilir (şək.1 a).

Sıfırlama zamanı sızma cərəyanından müdafiə elektrik aparatının şəbəkədən ayrılması hesabına həyata keçirilir (şək.1 b).



Şək.1.

Sızma cərəyanından mühafizə avtomatı — Elektrik sızmaları yaranan zaman ciddi zədələnmələrin qarşısını almaq üçün elektrik dövrəsini dərhal kəsən qurğudur. Bu qurğuların elektrik birləşməsi dövrəni avtomatik və cəld bir şəkildə ayırmağa xidmət edir. Faza və neytral keçiriciləri arasında bir uyğunsuzluq yəni fərq yarananda dövrə ayrılır. Cərəyan sızması elektrik cərəyanının keçdiyi kabellər və elektrik avadanlıqların izolyasiya hissələrinin köhnəlməsi nəticəsində və ya xətalı izolyasiyaya görə keçirici hissələrin açıqda qalan hissələrinə əllə və ya bədənin hər hansı üzvü ilə birbaşa və ya başqa keçirici cismlə təmasdan yaranır.

Əgər sistemdə bir sızma yoxdursa, torodial ölçü transformatoru içərisindən keçirilən faz və neytral keçirici naqillər, bərabər qiymətli və əks istiqamətli cərəyana malik olurlar. Ölçmə transformatoru içərisindən keçən toplam cərəyanın qiyməti sıfır olduğuna görə, onda maqnit seli yaranmaz.

Əgər sistemdə bir sızma cərəyanı yaranarsa, faz naqıldən keçən cərəyan miqdarının hamısı neytral naqıldən geri qayıtmadığı üçün faz və neytral cərəyanlarının cəmi sıfır olmaz. Aradakı fərq cərəyanı ölçmə transformatorunda maqnit seli yaradar. Bu maqnit seli isə sarğıda cərəyan yaradır. Yaranan bu cərəyan idarəetmə dövrəsinin relesini hərəkətə keçirir. Bununla da, cihazın qapalı olan əsas güc kontaktları açıq vəziyyətə keçərək faz və neytral keçiriciləri ilə şəbəkəni bir-birindən ayırır.

Cihaz üzərində ayrıca bir test düyməsi mövcuddur. Test düyməsi sayəsində faz və nol keçiriciləri arasında bir qısa dövrə yaradılaraq, cihazın işləyib- işləmədiyi yoxlanılır. Montaj edilmiş və gərginlik verilmiş bir sızma cərəyanından mühafizə avtomatı qapalı vəziyyətdə olarkən, test düyməsinə basılınca idarəetmə mexanizmi hərəkətə keçməli və kontaktlar açıq vəziyyətə gəlməlidir.

*Həssaslıq.* Sızma cərəyanından mühafizə avtomatının həssaslığı sızma əməliyyat cərəyanı kimi ifadə edilir və  $I_{\Delta n}$  ilə qeyd edilir. Verilmiş qiymətlər [IEC](#) tərəfindən müəyyənləşdirilib və  $I_{\Delta n}$  qiymətinə uyğun olaraq bu avtomatlar mümkün üç qrupa bölünür.

Yüksək həssaslıq (YS): 5 – 10 – 30 mA (insan həyatının mühafizəsi üçün),

Orta həssaslıq (OS): 100 – 300 – 500 – 1000 mA (yanğından mühafizə),

Aşağı həssaslıq (AS): 3 – 10 – 30 A (cihazların qorunması üçün).

1. Bilavasitə torpaqlanmış neytrala (böyük cərəyanlarla yerə qapanma) malik 1000V-dan yuxarı gərginlikli elektrik qurğuları və elektrik şəbəkələri, məsələn, baş alçaldıcı yarımstansiyanı qidalandıran 110 və ya 220kV gərginlikli elektrik şəbəkəsi.

2. İzolə edilmiş neytrala (kiçik cərəyanla yerə qapanma) malik 1000V-dan yuxarı gərginlikli elektrik qurğuları və şəbəkələri. Bunlar adi qurğular və paylaşdırıcı şəbəkələr olub (elektrik təchizatının ikinci pilləsi), 10 və ya 6kV gərginliklə sex paylaşdırıcılarını və müəssisə yarımstansiyalarını qidalanır.

3. Qida mənbəyinin bilavasitə neytrala malik 1000V-a qədər gərginlikli elektrik qurğuları və elektrik şəbəkələri. Bunlar adi 380/ 220V gərginlikli daxili elektrik qurğuları və şəbəkələri olub, əsasən kütləvi formada olan elektrik qəbuledicilərini (elektrik mühərrikləri, işıq cihazları və s.) qidalandırır.

4. İzolə edilmiş neytrala malik 1000V-a qədər gərginlikli elektrik qurğuları və elektrik şəbəkələri. Bunlar, 380 və ya 220V gərginlikli adi qurğular və şəbəkələr olub, əsasən təhlükəsizlik şərtlərinə görə bilavasitə torpaqlanmış neytrala malik şəbəkələrdən istifadəyə icazə verilməyən hallarda elektrik qəbuledicilərini (məsələn, torfun çıxarılmasında istifadə olunan qurğular) elektrik enerjisi ilə təmin edir.

### **MÖVZU 8. Elektrik təhlükəsizliyinin başlıca vasitəsi izolyasiyadır. Tibbi texnikanı istismar edən tibbi personala qoyulan tələblər**

*İzolyasiya.* Elektrik şəbəkələrində başlıca təhlükəsizlik tədbirlərindən biri izolyasiyanın vəziyyətini yüksək səviyyədə saxlamaqdır. İzolyasiyanın pozulması qısaqapanmalara, odtutmaya, avadanlığın gövdələrinə gərginliyin

düşməsinə və həmin səbəblərdən insanların elektrik cərəyanı ilə zədələnməsinə səbəb ola bilər. Gərginliyi 1000 V-a qədər olan dəyişən cərəyan şəbəkələrində izolyasiyanın müqaviməti 0,5 MOm-dan az olmamalıdır.

Elektrik şəbəkəsinin hər hansı sahəsində müxtəlif fazalar arasında və ya xətlə yer arasında izolyasiyanın müqaviməti azı 500 kOm olmalıdır. İzolyasiya müqaviməti meqaommetr adlı xüsusi cihazla yoxlanılır.

*İkiqat izolyasiya.* Elektrik təhlükəsizliyini təmin edən əsas vasitələrdən biri də ikiqat izolyasiyanın tətbiqidir. İkiqat izolyasiya əlavə və işçi izolyasiyadan ibarət olur. Bu vaxt işçi izolyasiya xarab olduqda işçini əlavə izolyasiya zədələnmədən qoruyur. Məsələn, əllə gəzdirilən səyyar lampa və digər elektricləşdirilmiş alətlər bu qəbildəndir.

*Çəpərləmə və bloklama.* Elektriclə işləyən işçilərin izolyasiyasız cərəyan daşıyan hissələrə təsadüfən toxunmasının qarşısını almaq üçün müxtəlif çəpərliyi və bloklayıcı qurğulardan istifadə edilir. Elektrik qurğularında izolyasiyasız naqillər, kontakt birləşmələri, kəsən açarlar, qoruyucular və s. elə çəpərlənməlidir ki, onları xüsusi açar və ya alətsiz açmaq mümkün olmasın. Çəpərlər örtük, lövhə, tor və s. tipli ola bilər. Maşın və mexanizmlərin işə salma quruluşları elə yerləşdirilməlidir ki, onları təsadüfən və ya kənar şəxslər tərəfindən işə salmaq mümkün olmasın. İdarəedici lövhənin üstündə yerləşdirilmiş açarlar və digər idarəedici ləvazimatlar mütləq bütöv örtük ilə bağlanmalıdır.

Təhlükəli vəziyyətlərdə elektrik dövrəsini avtomatik olaraq kəsməklə işçiləri zədələnmədən qorumaq üçün bloklama qurğuları tətbiq edilir. Çox vaxt bloklama və çəpərləmə eyni qurulur. Bloklamanın iş prinsipi ondan ibarətdir ki, şkafların, elektrik qurğusu çəpərinin və ya elektrik avadanlığı örtüyünün qapıları açıldıqda elektrik dövrəsi kəsilir, qurğu və avadanlıq avtomatik olaraq qida mənbəyindən ayrılır. Qurğulara elektrik enerjisini vermək üçün daha təhlükəsiz vermək və ya kəsmək üçün maqnit işəsalıcıdan istifadə edilir.

*Avtomatik ayırma.* Qəza vəziyyətində elektrik qurğularını ani olaraq (0,1...0,2 san) dövrədən ayırmaq üçün avtomatik ayırıcılar tətbiq edilir. Fazanın elektrik avadanlığının gövdəsinə qapanması, faza izolyasiyası müqavimətinin müəyyən həddən aşağı düşməsi, şəbəkəyə daha yüksək gərginlik düşməsi, insanın cərəyandaşıyan hissəyə toxunması hallarını qəza vəziyyətinə misal göstərmək olar. Bu zaman elektrik şəbəkəsinin bəzi parametrlərinin dəyişməsi mühafizə ayırma qurğusunu işə salır. Məsələn, qaynaqçı elektrodu dəyişdikdə onu tutucudan çıxaran kimi transformator şəbəkədən ayrılır və aparatdan gərginlik götürülür.



*Mühafizə yerləbirləşdirməsi.* İnsanları elektrik cərəyanının təsirindən qorumanın ən geniş yayılmış üsullarından biri mühafizə yerləbirləşdirmədir. Gərginlik təsadüfən mexaniki avadanlığın cərəyan daşıyan hissələrinə keçdikdə yerləbirləşdirmə (torpaqlama) insanı mühafizə edir.

Yerləbirləşdirmə qurğusunun müqaviməti gərginliyi 1000 Volta qədər olan qurğularda 4 Om-a qədər, gərginliyi 1000 Voltdan yüksək olan qurğularda isə 10 Om-a qədər olmalıdır.

Yerləbirləşdirmənin əsas məqsədi qurğunun gövdəsindəki gərginliyi təhlükəsiz həddə çatdırmaqdan ibarətdir.

Əgər adam avadanlığın gövdəsinə toxunursa, bu zaman o, mühafizə yerləbirləşdirməsinə paralel olaraq cərəyan dövrəsinə qoşulur və onun bədənindən cərəyan keçir; lakin yerləbirləşdirici saz olduqda bu cərəyan cüzi olar və orqanizm üçün təhlükə törətməz. Bu paralel budaqlarda cərəyan, budaqların müqavimətinə mütənasib olaraq paylanır. Alçaq gərginlik qurğuları üçün  $R_j \leq 125/J_q$  şərtindən (burada  $R_j$ - yerləbirləşdiricinin müqaviməti,  $J_q$  – elektrik qurğusunun yerləbirləşdirmə cərəyanının ən böyük qiymətidir), yüksək gərginlik qurğularında isə  $R_j \leq 250/J_q$  şərtindən yerləbirləşdiricini maksimum müqaviməti uyğun olaraq 4 Om-a və 10 Om-a qədər tapılır.

Yerləbirləşdiricinin elektrik müqaviməti insanın elektrik müqavimətindən dəfələrlə kiçik olduğu üçün yerləbirləşdirilmiş gövdəyə toxunan insana elektrik cərəyanı təsir etmir.

Mühafizə yerləbirləşdirməsi yerləbirləşdirici elektrodlardan və onları birləşdirən naqillərdən ibarətdir. Yerləbirləşdiricilər təbii və süni olur. Təbii yerləbirləşdirici kimi yeraltı su kəmərinə və digər metal boru xətlərindən (yanar maye və qaz xəttindən başqa), bina və texniki qurğularda yerlə əlaqəsi olan metal konstruksiyalardan və s. istifadə edilir. Süni yerləbirləşdirici kimi şaquli basdırılmış polad mil, boru, tilli polad, üfiqi vəziyyətdə qoyulan polad zolaq, lövhə və s. tətbiq olunur.

Yerləbirləşdirici naqillər elektrik qurğusunun hissələrini yerə basdırılmış elektrodla birləşdirən izolyasiyalı məftillərdir.

Elektrik qurğuları aşağıdakı hallarda mühafizə yerlə birləşdirməsi ilə təchiz edilməlidir.

- a) gərginliyi 36 V-dan yüksək olan dəyişən cərəyanlı xarici qurğular
- b) gərginliyi 110 V-dan yüksək olan sabit cərəyanlı xarici qurğular
- c) xüsusi təhlükəli otaqlarda qoyulmuş elektrik qurğuları
- d) gərginliyi 500 V-dan yüksək olan qurğular (bütün hallarda)

*Mühafizə sıfırlanması.* Gərginliyi 1000 V-a qədər olan, neytralı yerlə

birləşdirilmiş elektrik şəbəkələrində mühafizə yerləbirləşdirməsi əvəzinə həmin məqsədlə mühafizə sıfırlanması tətbiq edilir.

Elektrik qurğularının normal vəziyyətdə gərginlik altında olmayan metal hissələrinin «sıfır» xəttinə birləşdirilməsi sıfırlanma adlanır. Bu halda «sıfır» xətti özü etibarlı yerləbirləşdirilmiş olmalıdır. Adətən, «sıfır» xətti şəbəkənin əvvəlində və sonunda, xətt ayrıclarında, eləcə də xətt boyunca hər 100 metrdən bir yerlə birləşdirilir.

Texniki istismar qaydalarının (TİQ) tələblərinə görə 1000V gərginliyə qədər paylaşdırıcı quruluşların izolyasiyasını, onun müqavimətinin qiymətini yerə nəzərən və fazalar arası müqavimətini ölçməklə yoxlayırlar, eləcə də yüksək gərginliklə izolyasiyanın deşilmə sınağını aparırlar. Bu sınaqlar, paylaşdırıcı quruluşla əlaqədə olan güc və işıqlandırma elektrik xətlərinin izolyasiyasının sınağı ilə eyni vaxtda aparılır. Paylaşdırıcı quruluşun seksiyaları arası izolyasiyanın müqaviməti, eləcə də iki mühafizə aparatı arasındakı sahələri izolyasiya müqaviməti 0,5MOM-dan az olmamalıdır. İzolyasiya müqavimətinin qiymətini hər faza üçün yerə nəzərən və fazalararası ölçürlər. Ölçü zamanı 1000V gərginlikli meqoommetrdən istifadə olunur.

1000V-dan yüksək gərginlikli güc kabellərinin damarlarının izolyasiyasının sınağı, onları quraşdırdıqdan və ya təmirdən sonra, eləcə də istismar zamanı mütəmadi profilaktik sınaqlar düzləndirilmiş yüksək gərginliklə  $(5-6)U_n$  aparılır. Rezin izolyasiyalı kabellər ikiqat nominal gərginlikdə sınaqdan keçirilir. Kabellərin izolyasiyasını dəyişən yüksək gərginlikdə yoxlamırlar, çünki, dəyişən gərginlikdə kabel məmulatlarında hiss olunacaq dərəcədə tutum cərəyanları yaranır. Kabellərin izolyasiyasının yüksək gərginlikdə sınaq müddəti onları quraşdırdıqdan sonra 10 dəqiqə, əsaslı təmirdən sonra və istismar zamanı isə 5 dəqiqə olur. Kabellərin izolyasiyası sınaq zamanı deşilməyibsə, sürüşmə boşalmaları baş vermirsə, sızma cərəyanları sıçrayışla və sınaq müddətindən asılı olaraq artması müşahidə olunmursa bu cür izolyasiya keyfiyyətli sayılır. Qısa kabel xətləri (200m-ə qədər) üçün sızma cərəyanının qiyməti onların nominal gərginliyindən asılı olaraq müxtəlif olur. məsələn, 6kV-luq kabellər üçün 75mkA; 10kV-110mkA və 35kV-200mkA. Uzun kabel xətləri üçün sızma cərəyanları göstərilən gərginliklərdə 500mkA-dan çox olmamalıdır. Sızma cərəyanlarının qiymətini adətən sınağın sonunda ölçürlər. Nominal gərginliyi 1000V-a qədər olan kabel izolyasiyasının sınağı, çıxış gərginliyi 1000V olan ölçü transformatorları və ya 2500V-luq meqoommetr vasitəsilə aparılır. Elektrik qurğularına xidmət edən işçilərin elektrik

təhlükəsizliyini təmin edən vacib tədbirlərdən biri, həmin qurğuların nominal gərginlikdə işləyən zaman elektrik cərəyanı keçirməyən bütün metal hissələrinin mühafizə torpaqlanması və ya sıfırlanmasıdır. Elektrotexniki qaydalara əsasən mühafizə torpaqlanmasına aşağıdakı əsas anlayışlar aid edilir: Normal gərginlik altında olan elektrik qurğularının elementlərini bilərək, torpaqlayıcı quruluşa keçirici metallarla birləşdirməklə elektrik təhlükəsizliyinin təmin edilməsi *mühafizə torpaqlanması* adlanır. Qurğunun normal və ya qəza şəraitində etibarlı işlənməsini təmin etmək üçün, gərginlik altında olan elektrik qurğusunun hər hansı bir hissəsinin torpaqlanması *işçi torpaqlanması* adlanır. Bu cür torpaqlanma bilavasitə və ya xüsusi aparatların (müqavimət, boşaldıcı, deşilən qurğular və s.) köməyiylə yerinə yetirilir. Elektrik qurğularında və 1000V-a qədər gərginlikli şəbəkələrdə *sıfırlaşdırma* dedikdə, normal gərginlik altında olan qurğuların cərəyan keçirən hissələrindən izolə olunmuş metal elementlərinin generatorun və ya transformatorun torpaqlanmış neytalla elektrik birləşdirilməsi başa düşülür. Dəyişən cərəyan şəbəkələrində 1000V-a qədər gərginlikli elektrik qurğularında elektrik avadanlıqlarının gövdələrini generatorların və ya transformatorların bilavasitə torpaqlanmış neytralla birləşdirən naqilə *sıfır mühafizəli məftil* deyilir. Torpaqlayıcı ilə torpaqlayıcı naqillərə birlikdə *torpaqlayıcı quruluş* deyilir. Torpaqlayıcıdan və ya torpaqlayıcı quruluştan cərəyan axan zaman onlarla yer arasında yaranan gərginlik, *torpaqlayıcıda yaranan gərginlik* adlanır.

Torpaqlayıcıdan yerə axan cərəyana torpaq tərəfindən göstərilən müqavimət, *torpaqlayıcının axıcılıq müqaviməti* adlanır. Bu müqavimətin qiyməti, torpaqlayıcıda olan yerə nəzərən gərginliyin onun yerə ötürülən cərəyana olan nisbət ilə təyin edilir. Torpaqlayıcının axıcı müqavimətilə, torpaqlayıcı naqillərin müqavimətlərinin birlikdə cəm müqavimətinə *torpaqlayıcı quruluşun müqaviməti* deyilir. Cərəyanın axma zonasında yer səthinin müxtəlif nöqtələrində gərginliyin yerə nəzərən dəyişməsinin qrafiki şəkil 18a göstərilmişdir. Qrafikdən görünür ki, yerə nəzərən ən böyük gərginlik, xəttin yerlə qapandığı nöqtədə olur. Yerlə qapanma zonasından uzaqlaşdıqca gərginliyin də qiyməti azalır. Cərəyanın axma zonasında “addım” gərginliyinin qrafiki olaraq təyini şəkil 18- də göstərilmişdir. Elektrik qurğularının quraşdırılması qaydalarına əsasən yüksək təhlükəli və xüsusi təhlükəli otaqlarda nominal gərginliyi 36V və ondan yuxarı dəyişən və 110V sabit gərginlik olan elektrik avadanlıqlarının bütün cərəyan keçirməyən metal hissələr, onlarda elektrik kontaktında olan mexaniki

avadanlıqlarının konstruksiyaları və gövdələri torpaqlanır. 500V- dan yuxarı elektrik avadanlıqları olan bütün otaqlarda torpaqlanma tələb olunur. Partlayış təhlükəsi olmayan və nominal gərginliyi 36V və ondan aşağı olan dəyişən, 110V və ondan yuxarı olmayan sabit gərginlik elektrik qurğularının torpaqlanması tələb olunmur. Partlayış təhlükəsi olan otaqlarda quraşdırılmış bütün gərginliklərdə işləyən elektrik avadanlıqları torpaqlanmalıdır.

*Elektrotibbi aparatların istismarında elektrik cərəyan vurmasından mühafizə.* Tibbi aparatlar digər elektrik aparatları kimi şəbəkədən qidalandıqlarına görə bütün elektrik aparatlarında olduğu kimi tibbi aparatlara da eyni təhlükəsizlik qaydaları irəli sürülür. Elektrotibbi cihazlar və aparatlar işçi hissə adlanan səthə malik olur ki, bu hissəyə də adətən cihazın və ya aparatın bütün hissələri gövdə şəklində birləşdirilir. Bura elektrodlar, şüalandıncılar və vericilər aid ola bilər. İşçi hissə vasitəsilə terapeutik, cərrahi, elektrotibbi aparatlar vasitəsilə elektrik enerjisi insan bədəninin toxumalarına ötürülür. Eyni zamanda diaqnostik elektrotibbi cihazların istifadəsi zamanı biopotensiallar qəbul olunur və ölçülür. Digər hallarda, bu zaman orqan və toxumaların mexaniki, kimyəvi və digər parametrləri ölçülür. İşçi hissənin mövcudluğu posiyentin birbaşa aparat ilə əlaqəsini yaradır. Bunun da nəticəsində elektrik vurması ilə rastlaşmaq mümkündür. Bəzi müalicəvi aparatlarda elektrik enerjisi müxtəlif formada xüsusi halda isə elektrik cərəyanı orqanizmə müalicəvi təsir göstərir. Belə aparatların qeyri düzgün istismarı əsasən həddən artıq dozalaşdırma ilə əlaqədar olur. Bu zaman posiyentin bədənindən nəzərə alınmayan yollarla cərəyan axması mümkündür. Çox hallarda posiyent elektrik cərəyanına reaksiya göstərə bilmir, çünki belə reaksiyanı əsasən sağlam adam göstərə bilər. Bu səbəbdən də o travma ala bilər ki, bunun da əsas səbəblərindən birisi posiyentin narkoz altında olmasıdır. Diaqnostik və müalicəvi prosedurların aparılması şəraiti və ya şərtləri müxtəlif olduğuna görə cərəyanla vurmasında da səbəblər müxtəlif olur.

## **MÖVZU 9. Şəbəkə gərginliyinin paylanması.**

### **Makro və mini şok risk faktorları**

*Gərginlik altında olan hissələrə toxunmadan mühafizə.* Elektrik təhlükəsizliyinin əsas tələbatlarından birisi avadanlıqların gərginlik altında olan hissələrə toxunmanın aradan qaldırılmasıdır. Elektrotibbi aparatların xüsusiyyətlərindən birisi odur ki, birbaşa həmin aparatın işçi hissəsinə toxunmadan onun digər hissələrinə toxunmaq olar. Bu isə birbaşa posiyentə müalicəvi prosedurlar aparılarkən elektrik cərəyanının təsirini aradan qaldırılır.

Gərginlik altında olan hissələr əlçatmaz olur. Çünki, gərginlik altında olan hissə adətən örtüyün altında yerləşir. Aparatı örtən hissələr ( örtüklər ) alətlər istifadə edilmədən açıla bilər. Bu zaman örtüklərin altındakı elektrik hissələri adətən dəyişən 24V və sabit 50V gərginlik altında olur. Belə aparatlarda ən qorxulu hissə kondensator ola bilər. Məlumdur ki, kondensatorlar özlərində elektrik enerjisini saxlayır. Toxunma zamanı kondensatorun enerjisi ( yükü ) posiyentin bədəninə boşala bilər. Ona görə də belə kondensatorların avtomatik boşalmasını (şəbəkədən çıxarıldıqdan sonra) təmin edən açarlar istifadə edilir. Bu zaman həmin kondensatorların boşalma müddəti örtüyün açılmasına sərf olunan zaman müddətindən çox kiçik olmalıdır. Başqa sözlə aparatın örtüyünü açana qədər. Örtüyün altında olan kondensatorlar boşalmış olmalıdır. Xüsusi hallarda maraqlı kəsb edən məsələlərdən birisi şəbəkənin maneələrini azaldan süzgülərdən istifadə olunmasıdır. Belə süzgülərin tərkibində kondensator olur ki, o da radio maneələrin simmetrik təşkilçilərini bloklayır. Belə kondensatorlar adətən böyük tutuma malik olur və onlar şəbəkə naqillərinə paralel qoşulur. Bu zaman şunuru şəbəkədən açarkən həmin kondensatorlar artıq dolmuş olur. Bu səbəbdən də şəbəkədən çıxarılmış şununun 2 qütübünə eyni zamanda toxunarkən çox qorxulu nəticə yarana bilər.

Belə kondensatorların boşalma müddəti 1 saniyədən az olmalıdır. Yəni, aparat şəbəkədən açılarkən artıq aparatın tərkibində olan kondensatorun tam boşalması baş verir. Həmin kondensatorlar adətən rezistorlar vasitəsilə bloklanır. Yəni, şəbəkə gərginliyi götürüldükdə həmin kondensator ona paralel qoşulmuş rezistor vasitəsilə boşalır.

Əgər aparat hissələrində dəyişən gərginliyin qiyməti 1000 V və ya sabit gərginlik 1500 V-dursa onda mühafizə qaydalarında ciddi riayət olunmalıdır. Belə hallarda həmin gərginliklərin yanında “şimşək” işarəsi olmalıdır. Aparatın tərkibində yüksək gərginlik olduqda onlarda bloklayıcı istifadə edilir və bunun vasitəsilə şəbəkədən açılmadan sonra hətta alət vasitəsilə aparatın içərisinə müdaxilə olarsa, belə gərginlikdən zədələnmənin qarşısı alınır. Beləliklə tibbi aparatların istismarı zamanı təhlükəsizlik qaydalarına tam şəkildə riayət olunmalıdır. Müasir tibbi aparatların hamısında lazım olan bütün təhlükəsizlik tədbirləri yerinə yetirilmişdir. Buna baxmayaraq yenə də aparatın istismarı zamanı irəli sürülən təhlükəsizlik tədbirlərinə riayət olunmalıdır.

*Yol verilməz böyük gərginliyə toxunmadan mühafizə.* Elektrik təhlükəsizliyini təmin etmək üçün sadəcə olaraq aparatın gərginlik altında olan hissələrinin örtülməsi kifayət deyildir. Bu halda həmin örtüklərin izolyasiyalarını *əl çatan hissələrə toxunmadan təhlükəsizliyini təmin edən izolyasiyanın etibarlılığını*

nəzərə almaq lazımdır. Adətən gərginlik altında olan hissələr əsas izolyasiya adlanan örtüklərlə izolə edilir. Bunlar da vəsaitin elektrik dövrələrinin normal işini təmin edir. Əsas izolyasiyanın etibarlılığı vəsaitin iş rejimini təmin edir. Lakin bu elektrik təhlükəsizliyinin təmin edilməsi deyildir. Bu səbəbdən də əsas izolyasiyanı köhnəlmədən, mexaniki qırılmadan və s. pozulması imkanlarını nəzərə almaq lazım gəlir. Əgər dövrələrin izolyasiyası pozularsa, onda bu aparatın işlək olmasına mənfi təsir edir. Lakin bu, heç də qulluqçu personala təhlükə yaratmır. Bu onunla izah edilir ki, izolyasiya pozulduqda vasitənin gövdəsi eyni potensiallar altında olur. Əgər şəbəkə dövrəsinin izolyasiyası, yəni onu gövdədən ayıran izolyasiya sıradan çıxarsa, onda bu zaman onun üzərində torpağa nəzərən gərginlik yaranır və bu gərginlik qulluqçu personala təhlükə yaradır.

Toxunma gərginliyindən mühafizə üçün müxtəlif üsullar istifadə edilir. Biotibbi cihazlar və aparatlar xaricdən qidalanmaya görə əsas 4 sinfə bölünür. 01 və 1 siniflərində aparatın torpaqlanması ( yerlə birləşdirilməsi ) və ya 0- laşdırılması. II sinif avadanlıqlarında mühafizə izolyasiyası, III sinif aparatlarında aşağı gərginlikli qida mənbələrinin istifadə olunması nəzərdə tutulur. III-sinif aparatlarında heç bir toxunmadan qorunmaq üçün əlavə tədbir görülmür.

01 və 1 siniflərindəki mühafizənin mahiyyəti toxunmadan yaranan gərginliyin maksimum dərəcədə azaldılmasıdır.

Mühafizə torpaqlanması adətən torpaqlayıcı qurğular vasitəsilə yerinə yetirilir ki, onlar da torpaqlayıcıdan və torpaqlayıcı naqillərdən ibarətdir.

Uyğun olaraq torpaqlayıcı qurğunun ümumi müqaviməti torpaqlayıcıdan sızma cərəyanına olan müqavimətindən ( torpaq tərəfindən ona axan sızma cərəyanına olan müqavimətindən ) və torpaqlayıcı naqillərin müqavimətindən ibarətdir.

Torpaqlayıcılar təbii və süni olur.

*Təbii torpaqlayıcılar* kimi metaldan ibarət konstruksiyalar və binaların dəmir-beton armaturlarının metal hissələri istifadə oluna bilər. Bu zaman bu torpaqlayıcılar yerlə etibarlı birləşməyə malik olmalıdır. Bu məqsədlə mərkəzi istilik sisteminin və kanalizasiyanın borularından və eləcə də alovlana bilən mayelərlə dolu boru xətlərindən istifadə etmək yol verilməzdir. Başqa sözlə istilik-boru xətlərindən, qaz xətlərindən və kanalizasiya boru xətlərindən torpaqlayıcı kimi istifadə etmək qadağandır.

Süni torpaqlayıcılar kimi torpağa üfqi və ya şaquli şəkildə yerləşdirilmiş polad borulardan və digər metal hissələrindən ibarət materiallar istifadə oluna bilər. Adətən hər bir torpaqlayıcıdan uzunluğu 2 - 3 m olur. Bu zaman həmin torpaqlayıcı yerə 0,5 m dərinlikdə basdırılır. Əgər torpaqlayıcı kimi polad

borular, çubuqlar istifadə olunursa, onda onlar əvvəlcədən onların üzərinə çəkilmiş rənglərdən, laklardan, yağlardan təmizlənməlidir.

Torpaqlayıcı karroziyadan qorumaq üçün adətən sink və mis örtüklərindən istifadə olunur. Bu zaman torpaqlayıcıya naqillərin birləşdirilməsi qaynaq vasitəsilə yerinə yetirilir. Hər bir torpaqlanan cihaz və ya aparat ayrı — ayrılıqda torpaqlayıcı magistralına torpaqlayıcı naqillər vasitəsilə birləşdirilməlidir.

Gərginlik göstəricisinin izoləedici hissəsi bakelit borudan və metal sonluqdan (hara işçi hissəsinin ucu vintlə bərkidilir) ibarətdir. Konstruksiyası şəkil 27-də göstərilən gərginlik göstəricisi 10kV-a qədər gərginlikli elektrik qurğularında tətbiq olunur. 10kV-dan yuxarı gərginlikli elektrik qurğularında isə gərginlik göstəricisi izoləedici ştanqa ilə birlikdə işlədilir (ştanqanın uzunluğu gərginlikdən asılı olaraq seçilir). 1000V yuxarı gərginlikli üçfazlı şəbəkələrdə fazlaşdırma əməliyyatını aparmaq üçün şəkil 28-də göstərilən quruluşdan istifadə olunur. Birfazlı qısa qapanma momentindən 0,2 saniyədən çox olmamaq şərti ilə tam açma zamanı ilə bütün fazaların avtomatik açılmasını təmin edən mühafizə sistemi mühafizə açması adlanır. Gərginlik altında olan cərəyan keçirən hissələrə adam toxunduqda içə düşən mühafizə açması quruluşları da mövcuddur. Mühafizə açması qurğusu, giriş kəmiyyətinin dəyişməsinə hiss edən (məsələn, yerə nəzərən gərginlik, yerəqapanma cərəyanı) və avtomatik açılmanı təmin edən siqnal cihazından ibarətdir. Giriş kəmiyyəti olaraq, izolyasiyanın keçiriciliyi, gövdənin yerə nəzərən potensialı, yerə ötürülən cərəyanı, yerə nəzərən faz gərginliyi və s. istifadə olunur. Praktikada mühafizə açmasının müxtəlif prinsipial sxemlərinə rast gəlinir.

İkiqat izolyasiya. Bu termin nisbətən son zamanlar meydana gəlib, mənası cərəyan keçirən hissələrinin əsas izolyasiyasından əlavə yenə birqat izolyasiyadan istifadə olunmasıdır. Burada məqsəd, normal halda gərginlik altında olmayan metal hissələrinin təsadüfən gərginliyin təsirinə məruz qaldıqda, onlara xidmət edən işçiləri izolə etməkdir, yəni mühafizəsidir. Daha sadə ikiqat izolyasiyanın alınması yolu, elektrik avadanlıqlarının gövdələrinin və intiqal dəstəklərinin izolyasiya qatı ilə örtülməsidir. Bu cür izolyasiyanın üst qatı elektrik qurğularının istismarı zamanı mexaniki təsirlərə və zədələrə məruz qalır. Bu halda metal hissələrə yol açılır və həmin hissələr təsadüfən gərginlik altında ola bilər. Digər tərəfdən ikinci qat izolyasiyanın zədələnməsi və ya tamam dağılmasına baxmayaraq elektrik avadanlığı normal işini davam etdirir və mühafizənin itirilməsi barəsində siqnal verilir. Ona görə bu cür ikiqat izolyasiya xidməti işçilərinin tam

mühafizəsini təmin etmir.

İkiqat izolyasiyanı təkmilləşdirmək məqsədilə son zamanlar elektrik qurğularının gövdələri birbaşa izolyasiya materialından hazırlanır. Bu cür gövdədə cərəyan keçirən hissələr, cərəyan keçirməyən metal hissələr və mexaniki hissələr quraşdırılır. Məsələn, Almaniyada istehsal olunan elektrik drellərinin gövdəsi plastik kütlədən hazırlanır. Mühafizə ikiqat izolyasiya, istənilən elektrik avadanlığının istismarı zamanı təhlükəsizliyini təmin edə bilər. İzolyasiya məqsədilə tətbiq edilən plastik kütlələrin bir sıra çatışmamazlıqları olduğuna görə, onlardan ancaq kiçik güclü elektrik aparatlarında, məişət cihazlarında ikiqat izolyasiya məqsədilə istifadə oluna bilər. İkiqat izolyasiya hissə olunacaq dərəcədə qızan metal hissələrinin izolyasiya olunmasında istifadə olunmur.

#### Çəpər və bloklaşmalar

Cərəyan keçirən hissələrinə toxunmasının və onlara yaxınlaşmasının qarşısını almaq məqsədilə metal çəpərlərdən və blokirovkalardan istifadə olunur. *Çəpərlər* bütöv və ya tor şəklində (25x25mm) metal materiallardan hazırlanır. Bütöv çəpərlər, 1000V-a qədər gərginlikli elektrik qurğularda üzlüklər və qapaqlar şəklində tətbiq edilir. Tor şəkilli çəpərlər, 1000V-a qədər və yuxarı gərginliklərdə işləyən elektrik qurğularında mühafizə məqsədilə tətbiq edilir. Bu cür çəpərlər qıfilla bağlanan qapıya malik olur. *Blokirovkalar* əsasən cərəyan keçirən hissələr çəpərlənmiş elektriki qurğularda tətbiq edilir (məsələn, sınaq maketləri, yüksək gərginliklə izolyasiyanın sınağı zamanı). Blokirovkalar həmçinin elektrik aparatlarında (açarlar, işəburaxıcılar, avtomatik açarlar və s.) da tətbiq edilir. Blokirovkalar təsir prinsipinə görə elektriki və mexaniki olur.

Paylaşdırıcı quruluşlarda və yarımstansiyalarda əməliyyat işçilərinin səhv hərəkətlərini xəbərdar etmək üçün bloklayıcılardan istifadə olunur. İnsan orqanizmi yaşadığı təbii mühitlə tam uyğunlaşmış, yüksək dərəcədə mürəkkəb bioloji sistemdir. Bu canlı sistemin yaşaması, onun bütün orqanlarının normal qarşılıqlı funksional fəaliyyətlərindən asılıdır. Məlumdur ki, bu orqanların hər hansı birinin funksional fəaliyyəti pozularsa insan da öz sağlamlığını itirir. İnsanların xəstələnməsi hallarını törədən səbəblər olduqca müxtəlif və çoxsaylıdır. Hazırda, bu səbəblərdən az mühüm hesab etmədiyimiz bir amilin – elektrik, maqnit sahələri və elektromaqnit dalğalarının insan orqanizminə olan təsirindən bəhs edəcəyik.

Məlumdur ki, təbiətdə, müasir həyatda insanlar daimi olaraq elektromaqnit dalğalarının, yüksək intensivlikli maqnit və elektrik sahələrinin təsirinə məruz



qalırlar.

Son vaxtlar həyatımızda geniş istifadə olunan müasir radioelektron cihazlarının işlədilməsində tətbiq olunan müxtəlif tezlikli elektromaqnit dalğalarının və eləcə də radiolokasiya sistemlərinin işlədilməsində istifadə olunan yüksək tezlikli elektromaqnit dalğalarının insanlara olan təsirləri daima artmaqdadır. Bundan başqa Günəşdən gələn radio dalğalarından başlamış rentgen şüalarınınadək, kosmosdan planetimizə çatan kosmik şüa hissəciklərinin intensivliyi, Günəşin aktivləşmə dövrlərində planetimizdə maqnit qasırğalarının baş verməsi və s. prosesləri də nəzərə almaq lazımdır.

Tibbi tədqiqatlar göstərir ki, uzun müddət ərzində elektromaqnit şüaları insan orqanizminə təsir etdikdə, öncə əsəb və ürək-damar sistemlərinin normal iş fəaliyyəti pozulur.

Elektrik sahəsinin intensivliyi, $kV/m$	Elektik sahəsində insanın bir sutka ərzində yolverilə bilən qalma müddəti, <i>dəqiqə</i>
5-dən az	Qeyri-məhdud
5 -10	180-dan çox olmayaraq
10 -15	90-dan çox olmayaraq
15 -20	10-dan çox olmayaraq
20-25	5-dən çox olmayaraq

### **MÖVZU 10. Tibbi vasitələrin səthində yaranan gərginlikdən qorunma**

Elektrotexniki qurğularda təhlükəsiz işi təmin edən texniki tədbirlər aşağıdakılardır:

- İşlər görmək üçün ayrılmış sahədə gərginliyin açılması və onun səhvən qoşulmasının qarşısını alan təbirlər.

- Müvəqqəti çəpərlərin qoyulması və xəbərdarlıq plakatlarının asılması.

- Torpaqlayıcı şinə müvəqqəti torpaqlayıcıları birləşdirmək. Torpaqlanacaq cərəyan keçirən hissələrdə gərginliyin olub-olmamasını yoxlamaq.

Gərginliyin olmamasını yəqin etdikdən sonra dərhal torpaqlayıcıları xəttə birləşdirməli və ya paylaşdırıcı quruluşa olan torpaqlayıcı “bıçaqlar” qapamalı. İş yerinin çəpərə alınması və “Burada işləməli” sözləri yazılmış plakatı asmalı.

Bu texniki tədbirləri əməliyyat işçiləri tərəfindən biri yerinə yetirir.

Elektrikqurğularının istismarı prosesində, ələlxüsus 220/380V gərginlikdə elektrotexniki xidmət işçiləri bəzən qısa müddətlərdə müəyyən işləri gərginlik altında görməli olurlar. Belə hallarda dəstəkləri izolə edilmiş alətlərdən (vintaçan, bıçaqlar, qayka açan açarlar, kəlbətin və s.) istifadə olunur. Plastik kütlədən istifadə etməklə hazırlanmış alətlər daha etibarlı sayılır. Ona görə bu cür alətlər (plasmas izolyasiyaya malik) 1000V-a qədər gərginlikli qurğularını əsas mühafizə vasitəsi sayılır. Alətlərdə istifadə olunan izolyasiya materialı metal hissələrə sıx yapışmalı və sonluqda çıxıntı (əlin sürüşüb metal hissəyə toxunmasının deyə) olmalıdır.

Rezindən hazırlanmış dielektriki məmulatlar

İstismarda olan elektrik qurğularına xidmət prosesində işçilər mühafizə vasitələri kimi dielektriki əlcəklərdən, botulardan, qaloşlardan və ayaqaltı rezin “xalçalardan” istifadə edilir. Mühafizə vasitələri yüksək keyfiyyətli rezindən hazırlanır və müəyyən ölçülərə malik olmaqla bərabər, onları rahat işlətmək mümkün olsun. Standarta görə dielektriki əlcəklər üç nömrədə buraxılır, uzunluqları 0.35m-dən az olmamalıdır, qalınlığı isə 0,7mm (1000V-a qədər gərginliklərdə) və 1,2mm (1000 V-dan yuxarı gərginlik üçün) olur. Əlcəyin hər birisinin üst səthində onu istehsal edən zavodun şampı vurulur. Şampda əlcəyin qalınlığı, nömrəsi, sınaq gərginliyi (1000V-a qədər gərginliklərdə sınaq gərginliyi 3,5kV, 1000V-dan yuxarı gərginliklərdə isə 9kV) və sınaq tarixi göstərilir. Dielektriki əlcəklərdən istifadə etməzdən qabaq, onlarda dəşiklərin, yarıqların olub-olmamasını (içəriyə hava doldurulmuş əlcəyi sıxmaqla) yoxlamaq vacibdir. Əlcəklərdən istifadə etməklə bəzi kobud işləri (məsələn, gərginlik altında olan çılpaq kabeli bir yerdən başqa yerə daşdıqda) gördükdə onları mexaniki zədələrdən qorumaq üçün dielektriki əlcəklərinin üstündən brezent əlcəklər taxılır.

Dielektriki botular, 1000-dan yuxarı gərginliklərdə istismarda olan elektrotexniki qurğularda əlavə mühafizə vasitəsi kimi xidmət edir, yüksək keyfiyyətli xüsusi açıq-boz rəngli rezindən hazırlanır.

Dielektriki botulardan ayrıclar və açarlarla əməliyyatlar aparıldıqda gərginliyin olub-olmamasını yoxladıqda və müvəqqəti torpaqlayıcılar tətbiq edildikdə istifadə olunur. Hər botuda onun hazırlanma tarixi, ölçüsü növü və sınaq gərginliyi (20kV) göstərilir.

Dielektriki qaloşlar 1000V-a qədər elektrotexniki qurğularda əlavə mühafizə vasitəsi kimi, eləcə də ixtiyari gərginlikli qurğularda “addım” gərginliyindən qorunmaq üçün tətbiq olunurlar və yüksək keyfiyyətli rezindən hazırlanırlar.

Dielektriki “xalçalardan” ixtiyari gərginlikli ancaq qapalı elektrotexniki

qurğularda istifadə olunur. Standarta görə “xalçalar” 6mm qalınlıqda 50x50 sm-dən az olmamaqla ölçüdə və səthi relyef formasında buraxılır. Rezin “xalçanın” alt hissəsində onun ölçüləri sınaq gərginliyi, sınaq tarixi və tipi-işçi şampı vurulur. Sınaq gərginliyi zavodda hazırlandıqdan sonra 1000V-a qədər gərginlikli qurğular üçün 5.5kV, 1000V-dan yuxarı gərginlikli qurğular üçün isə 20kV olur. İstismar prosesində isə 1000V-a qədər 3.5kV və 1000V-dan yuxarı gərginliklərdə 15kV olur.

İzoləedici ayaqaltılar rezin “xalçaların” əvəzində əsasən nəm otaqlarda tətbiq edilir. Dielektriki xalçalar kimi ayaqaltılardan da bağlı otaqlarda istifadə olunur. *Gərginliyin olmamasının yoxlanması.* Lazımi xəbərdarlıq plakatlarını asdıqdan, avadanlıqlarının cərəyan keçirən hissələrini şəbəkədən açdıqdan sonra, onlarda gərginliyin olmamasını yoxlayırlar. 1000V-a qədər gərginlikli elektrik qurğularında gərginliyinin olmamasını cərəyanaxtarıcı və ya yerdəyişməyi mümkün olan (səyyar) voltmetrlə, 1000V-dan yuxarı və 110kV-a qədər gərginlikli qurğularda isə gərginlik göstəriciləri ilə yoxlanılır. Yoxlamaya başlamazdan öncə, cərəyan axtarıcısının və gərginlik göstəricisinin normal işləməsini dəqiqləşdirmək lazımdır (buna yaxınlıqdakı gərginlikli qurğularda yoxlamaqla nail olurlar). İstifadə edilən voltmetr və gərginlik göstəricisi qurğunun nominal gərginliyinə uyğun olmalıdır. Stasionar cihazların və siqnalizasiya quruluşlarının göstəricilərinə görə qurğuda gərginliyin olmaması haqqında nəticə çıxarmaq düzgün deyil, çünki, onlar ola bilər nasaz olsun. Əgər bu cihazlar gərginliyin olmasını göstərsə, qurğunun elektrik cərəyanı keçirən hissələrə yaxınlaşmaq qadağandır. Kardiyostimulyatorun implantasiyasından sonra xəstə əvvəlki həyata qayıdır, lakin buna baxmayaraq o, müəyyən məhdudiyətlər və qaydalara əməl etməlidir. Kardiyostimulyatorlu hər bir xəstə güclü elektromaqnit mənbələrindən çəkinməlidir, və aşağıdakı faktorlardan qorunmalıdır:

yüksək gərginlikli elektrik xətlərindən;

televiziya qüllələri və təkrarlayıcılar, radarlar yaxınlığında qalmaq olmaz;

hava limanında, qatar stansiyalarında, marketlərdə və s. bu kimi yerlərdə metal detektorlarının təsirinə məruz qalmamalıdır.

## **MÖVZU 11. Elektrik təhlükəsizliyi analizatorları.**

### **Elektrik qida şəbəkəsinin yoxlanması**

Təmir olunacaq elektrik avadanlıqları, gərginlik verilə biləcək bütün tərəflərdən açılmalıdır. Bunun üçün ayrıcıları, yük aparatlarını açmalı,

qoruyucular yuvalardan çıxarılmalıdır (bu halda açılmalar görünməlidir). Kommutasiya aparatlarının təsadüfi birləşdirilməldən (qapanmalardan) qorunmaq üçün, onların intiqalları mexaniki yolla bağlanmalı, uzaqdan idarə olunan (distansion) intiqallarda isə işəalma elektromaqnitlərin qoruyucularını çıxartmaq lazımdır.

Təkcə təmir aparılacaq cərəyan keçirən hissələr yox, həmçinin onun yaxınlığında olan və gərginlik altında olan avadanlıqlar şəbəkədən açılmalıdır. Bu zaman minimal məsafə 15kV-a qədər 0,7m; 15-dən 35kV-a qədər 1m; 35kV-dan yuxarı 110kV-a qədər 1,5m; 154kv üçün 2m və 220kV gərginlikdə 2,5m olmalıdır. Gərginlik altında qalmalı olan cərəyan keçirən hissələr çəpərlənməlidir.

1000V-a qədər gərginlikli elektrik avadanlıqlarının açılması rubilniklə, avtomatik açarlarla və kontaktorlarla həyata keçirilir. Əgər təmir zamanı müvəqqəti torpaqlayıcılarından istifadə olunmursa, ona təmir işçilərini səhvən qoşulmalardan mühafizə etmək üçün əlavə təbirlər görülməlidir. Belə tədbirlərə misal olaraq, kommutasiya aparatının kontaktları arasına dielektrikdən araqaatının qoyulması, intiqalın bağlanması və naqillərin açılmasını göstərmək olar.

Gərginlik götürülmədən aparılan işlərdə təhlükəsizlik tədbirləri

Yuxarıda qeyd olundu ki, bəzi hallarda cərəyan keçirən hissələrdən gərginlik götürülmədən müəyyən işlər aparılır. Bu işlər, bir qayda olaraq, naryad üzrə iki nəfərdən az olmamaqla aparılır. Naryadsız bu işləri elektrik qurğusunun əməliyyat

işçiləri tərəfindən görülmə bilər. Gərginlik götürülmədən cərəyan keçirən hissələrə yaxın iş aparılarkən, gərginlik altında olan hissələrə nəzərən minimal buraxılan məsafə saxlamaqla işçilərin təhlükəsizliyi təmin edilməlidir. Mühafizə vasitələrdən istifadə etməklə iş görənlər işçilərə fasiləsiz nəzarət olunmalıdır. Nəmliyi yüksək olub, cərəyan keçirən tozlu, qələvi buxarlara malik, eləcə də yanğına təhlükəli olan binalarda (otaqlarda) gərginlikdən açılmamış cərəyan keçirən hissələrlə iş görmək qadağandır.

Qəzalar və onların yarada biləcək xəsarətlərin qarşısını almaq üçün tələn olunan təhlükəsizlik tədbirləri: İşləyən (istismarda olan) elektrik qurğularında, onları qəza hallarına və istehsalat avadanlıqlarının boş dayanmalarına gətirib çıxaran nasazlıqlar istisna olunmur. Təcili olaraq, aradan qaldırılması tələb olunan nasazlıqlara aiddir: kontaktların qızması və onların əriməsi, paylaşdırıcı quruluşlarda olan izolyatorların çirklənməsi və onlarda olan şin birləşdirmələrinin zəifləməsi və s. Bağlı paylaşdırıcı quruluşlarda

torpaqlayıcılar, gərginlikdən açılmış cərəyan keçirən hissələrdə onlar üçün nəzərdə tutulmuş (məsələn, şinlər) yerlərə qoyulur. Bu yerlər,boyaq maddələrdən təmizlənir və qara zolaqlarla işarə edilir. Bütün paylaşdırıcı qurğularda müvəqqəti torpaqlayıcıları ümumi torpaqlayıcı naqillə birləşmə yeri boyaq maddələrdən təmizlənməli və müvəqqəti torpaqlayıcının məngənəsini (vintli sıxac) bərkitmək və ya bolt birləşməsi üçün uyğunlaşdırılmalıdır.

Səhvən, gərginlikdən açılmamış üçfazlı xətti müvəqqəti torpaqlayıcı ilə eyni vaxtda torpaqladıqda, əməliyyat işçisi üçün təhlükə yarada bilər. Bu halda əməliyyat işçisi elektrik cərəyanının təsirindən xəsarət və elektrik qövsünün təsirindən isə yanıq ala bilər. Ona görə müvəqqəti torpaqlama əməliyyatını kvalifikasiya qrupu IV-dən aşağı olmayan şəxsə icazə verilir (bu halda kvalifikasiya qrupu III aşağı olmayan ikinci şəxs də iştirak etməlidir). Elektrik qurğusuna birnəfərlik əməliyyat ximətində 1000V-a qədər gərginlikli elektrik qurğusunda müvəqqəti torpaqlayıcısının qoyulması və götürülməsi bir şəxs tərəfindən yerinə yetirə bilər. 1000V-dan yuxarı gərginlikli paylaşdırıcı quruluşlarda torpaqlayıcı bıçaqların qapanması və açılması,eləcə də 35kV-a qədər gərginlikli açılmış xətlərə müvəqqəti torpaqlayıcının qoyulması əməliyyatlarını bir nəfərə həvalə oluna bilər. Torpaqlama əməliyyatı yerdən xüsusi ştanqa vasitəsilə yerinə yetirilir.Bütün hallarda torpaqlayıcını, xətlərdə gərginliyin olmamasını yoxladıqdan sonra fasilə vermədən (yəni birdən) qoyulur. Müvəqqəti torpaqlayıcının ucu yoxlamadan öncə torpaqlayıcı naqillə birləşməlidir.

Müvəqqəti torpaqlayıcıların xətlərdən götürülməsi əməliyyatı əks ardıcılıqla aparılır, yəni öncə dielektriki əlcəklərdən və ştanqadan istifadə etməklə torpaqlığın ucları xətdən götürülür, sonra əllə torpaqlayıcı naqildən açılır. 1000V-a qədər gərginlikli qurğularda torpaqlayıcının qoyulması və götürülməsi dielektrik əlcəkli əllə yerinə yetirmək olar. Elektrotexniki qurğularda təhlükəsiz işi təmin edən təşkilati tədbirlərə aşağıdakılar aiddir: görüləcək işlərin naryad və sərəncamlarla verilməsi; işə buraxılışın tərtib edilməsi; iş vaxtı nəzarət; işdə fasilələrin və başqa iş yerlərinə keçmələrinin tərtibi; işin qurtarmasının tərtib edilməsi. Elektrotexniki qurğulara bütün işlər bir qayda olaraq, naryad üzrə yerinə yetirilir. Naryad elpektrotexniki qurğularda iş görmək üçün tərtib olunan yazılı sərəncam olub, harada iş yeri, işin başlanması və sonu, onun təhlükəsiz yerinə yetirmə şəraiti, briqadanın tərkibi və işin təhlükəsiz yerinə yetirilməsinə cavabdeh şəxs göstərilir. İşin təhlükəsiz yerinə yetirilməsinə cavabdeh olanlar: naryad və ya

sərəncam verən şəxs; işin məsul rəhbəri; işə buraxılan əməliyyat işçisi; iş icraçısı; nəzarət edən; briqadaya daxil olan işçilər.

Elektrik qurğularında işləmək üçün naryadlar verilməsi müəssisənin elektrotexniki işçilər (elektrosexin rəisi, istismar xidmətinin rəisi, usta) tərəfindən həyata keçirilir. Bu şəxslərə müəssisənin baş energetiki tərəfindən xüsusi sərəncam verilir və onların V qrup kvalifikasiyası (1000V-a qədər qurğularda IV qrupdan aşağı olmamalıdır) olmalıdır. Müəssisənin baş energetiki tərəfindən müəyyənləşdirilmiş bəzi işlərin yerinə yetirilməsinə (sərəncamın verilməsi hüququ, əməliyyat işçilərdən birinə, IV kvalifikasiya qrupundan az olmayan) verilir. 1000V-dan yuxarı gərginlikli elektrik qurğularında ancaq məsuliyyətli işlərə təyin olunan cavabdeh rəhbər (kvalifikasiya qrupu V-dən aşağı olmayan) briqadanın tərkibini seçir və işçilərin kvalifikasiyasının lazımi dərəcədə olmasına təminat verir. Əməliyyatları yerinə yetirmək üçün iş yerini qəbul edən cavabdeh rəhbər təhlükəsizliyi təmin etmək üçün lazımi tədbirlər görməlidir. Gərginliyi tam və ya qismən götürülmüş elektrik qurğularda müəyyən sadə işləri yerinə yetirmək üçün cavabdeh rəhbərin olması vacib deyil. Belə hallarda briqadanın tərkibi naryad və ya sərəncam verən şəxs tərəfindən təyin edilir, cavabdeh rəhbər funksiyasını isə iş icraçısı görür. *İş icraçısı* (kvalifikasiya qrupu IV-dən aşağı olmayan, 1000V-a qədər gərginlik qurğularda isə III qrupdan aşağı olmayan) iş yerini qəbul edir, onun hazır olmasına və işin yerinə yetirilməsi üçün tələb olunan təhlükəsizlik tədbirlərinin düzgünlüyünə cavab verir.

Əgər elektrotexniki qurğuda işlər qeyri-elektrik şəxslər tərəfindən görülürsə (məsələn, tikinti işləri və s.) onda naryad müşahidəçinin adına yazılır (ancaq işçilərin elektrik təhlükəsizliyə cavabdeh olan şəxs). Təhlükəsizlik texnikasının qaydalarına görə məsul işçilərdən birinə (Cavabdeh rəhbərə və iş icraçısına naryad verən) iki nəfərin vəzifəsini yerinə yetirməyə icazə verilir. Məsələn, naryad verən cavabdeh rəhbərin, o, isə iş icraçısının vəzifəsini görə bilər. İşləyən elektrotexniki qurğularda əməliyyat işlərini aparmaq üçün iki nüsxədə naryad yazılır (biri iş icraçısında, ikincisi isə qurğunun növbətçisində qalır). Əməliyyat jurnalında naryadın nömrəsini qeyd etməklə işin başlanması və qurtarması vaxtları göstərilir. Daimi növbətçi olmayan (məsələn, yarımstansiya) elektriki qurğularda iş aparıldıqda, naryadın ikinci nüsxəsi onu yazanın özündə qalır. İş icraçısına, bir briqada və bir birləşmə üçün ancaq bir naryad verilə bilər.

Gərginlikdən açılmamış və cərəyan keçirən hissələrdən uzaqda yerləşmiş

aşağıdakı işlər görülür:

-Açıq tipli paylaşımcı quruluşların ərazisində təmizləmə, avtomaşınların hərəkəti, yüklərin daşınması və boşaldılması: qapalı paylaşımcı quruluşlarda – dəhlizlərin, xidməti otaqların və idarə şitlərlər yerləşmiş otaqların təmizlənməsi.

-İşıqlandırma aparatlarının təmiri və lampaların dəyişdirilməsi (ışığılandırma şəbəkəsindən gərginlik götürüldükdə); rabitə aparatlarının təmiri; elektrik mühərriklərinin fırçalarını təmizləməsi; çəpərlərdə yazıların yazılması.

-paylaşımcı quruluşlarının yerləşdiyi binanın tikinti hissəsi üzrə təmir işləri; avadanlıqların fundamentini və portallarını hazırladıqda, kabel kanallarının doldurulması, yolların təmiri və s.

-Gərginlikdən açılmış transformatorların qurudulması, yağtəmizləyici aparatlara xidmət etməsi; yağ transformatorlarda havaquruducu süzgeçlərin yoxlanması. Bu işlər əməliyyat işçilərdən bir və ya təmir işçilərdən isə iki nəfər (kvalifikasiya qrupu III az olmayan) tərəfindən yerinə yetirilir.

-Quraşdırma, yoxlama, tənzimləmə; ölçü cihazlarının, rele mühafizəsi, avtomatika, telemexanika və rabitə quruluşlarının şitlərdən açması və təmirdən sonra quraşdırılması (1000V-a qədər), ikinci dövrlərdə iştirak edən ayrıcıların intiqallarında görülən işlər, eləcə də paylaşımcı quruluşlarda idarə dəhlizlərində, harda çəpərlənməmiş cərəyan keçirən hissələr, keçidin altında 35kV-a qədər gərginliklər üçün 2,75m hündürlükdə quraşdırılıb, görülən işlər. Bu işlər, sərəncam üzrə əməliyyat işçilərdən bir nəfər (kvalifikasiya qrupu IV aşağı olmayan) tərəfindən yerinə yetirilir və əməliyyat jurnalında qeyd edilir.

Yuxarıda sadaladığımız işlərdən başqa, istehsal lüzumu olduqda əməliyyat işçisinə və ya onun nəzarəti altında naryadsız, sərəncam üzrə kiçik (həcmcə) və qısa müddətli (1 saata qədər) işlər (həm gərginlik altında, həm də gərginlik götürüldükdən sonra) görməyə icazə verilir. Gərginlikdən açmaqla və müvəqqəti torpaqlayıcı qoymaqla aşağıdakı işləri görməyə icazə verilir: elektrik mühərriki qidalandıran kabelin birləşdirilməsi (açması), transformatorlardan ayrılmalarda dəyişdirilməsi, şinlərdə və avadanlıqlarda bərkitmə işlərinin aparılması, aparatlara lazım olduqda (səviyyə aşağı düşdükdə) yağın doldurulması. Bu işlər, kvalifikasiya qrupu III-dən aşağı olmayan iki nəfərdən az olmayaraq işçilər tərəfindən görülür. Gərginlik altında olan cərəyan keçirən hissələrdən gərginlik götürülmədən aşağıdakı işləri görməyə icazə verilir: cərəyanölçən qısqaqla (kleş) yükün ölçülməsi; ştanqa ilə kontaktların qızmasının yoxlanması (ştanqanın işçi hissəsinə bir tikə mum bərkidilir), yağın əlavə edilməsi və nümunənin götürülməsi və s. Bu

işlər, kvalifikasiya qrupu IV-dən aşağı olmayan əməliyyat işçisinin iştirakı və nəzarəti altında iki nəfər görür.

## **MÖVZU 12. Cərrahi əməliyyat zamanı xüsusi mühafizə tədbirləri**

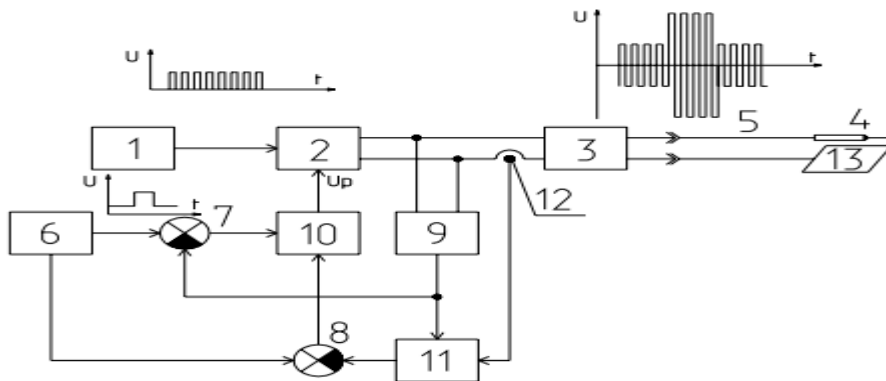
*Elektrocərrahiyyə aparatı* (ECA) ilə əməliyyat zamanı işçi parametrlərin fasiləsiz olaraq dəyişilməsi nəticəsində aparatın çıxış yükünün impedansı – kompleks müqaviməti geniş diapazonda dəyişilir dəyişilir. Bu dəyişilən parametrlərə aşağıdakılar aiddir:

- elektrod ilə toxuma arasındakı məsafə,
- buxar-qaz aralığının xarakteristikaları,
- əməliyyat olunan toxumanın xarakteri və vəziyyəti,
- işçi kabelin vəziyyəti,
- alətin tipi,
- passiv elektrodun yerləşməsi.

Qeyd olunan parametrlərin dəyişilməsi nəticəsində də toxumaların disseksiya (yarma\_ kəsmə, latınca *dissectio – yarmaq, kəsib ayırmaq*) və koaqluvasiyası zamanı ECA cərəyanının əməliyyat olunan toxumalarla qarşılıqlı təsirini müəyyənləşdirən xarakteristikaları dəyişilir. Bu xarakteristikalara aşağıdakılar aiddir:

- toxumalar tərəfindən udulan güc,
- qövs boşalmasının xarakteristikaları,
- cərəyanın nüfuz etmə dərinliyi və eni,
- toxumaların zədəli zonasının keyfiyyət parametrləri.

Müasir ECA-larında bu qarşılıqlı təsirin parametrlərinin dəyişilmələrini kompensasiya etmək üçün çıxış gücün və ya çıxış cərəyanının proqramla idarə olunması və stabilizasiyası nəzərdə tutulmuşdur.



Yüksək tezlikli ECA.1- yüksək tezlikli siqnal generatoru, 2- güc gücləndiricisi,



3- qalvanik ayırıcı yüksək tezlikli transformator, 4- alət elektrod, 5- işçi kabel, 6- idarəedici qurğu, 7- gərginliyi müqayisə qurğusu, 8- gücü müqayisə qurğusu, 9- gərginlik datçiki, 10-gücləndiricinin qidalandırma gərginliyi modulyatoru, 11- güc hesablayıcısı, 12- cərəyan datçiki, 13- passiv elektrod.

Bu, ilk növbədə, ECA-nın çıxış siqnalının aşağı tezliyi ilə əlaqədardır. Bütün şərtlər eyni qaldıqda, ECA-nın çıxış cərəyanının dəyişməsi onun çıxış tezliyi ilə tərs mütənəsbdir.

Elektrocərrahiyyə zamanı yaranan fəsadlar və onu müşayiət edən təhlükələr elektrocərrahiyyə aparatlarının tətbiqinin əsas çatışmazlığıdır. Bu fəsadların baş verməməsi, tibbi personalın səriştəli olmasından və həmçinin əməliyyat zamanı istifadə olunan alətlərin təkmil olmasından asılıdır.

Yüksək tezlikli ECA-ların istifadəsi zamanı yaranan ən çox yayılmış fəsadlara toxumaların yanığı və cərəyanın tuneli aiddir.

Toxumaların yanığının baş verməsi səbəblərinin 4 mexanizmi məlumdur:

1. Gərginlik altında olan elektrod vasitəsilə toxumalarla bilavasitə aktiv iş vaxtı yaranan yanıq (yəni cərrah əməliyyat edilən sahədə olan kənar toxumalara təsir göstərir).

2. Elektrocərrahiyyə əməliyyatı sona çatdırıldıqdan sonra gərginlik altında olan elektrodu gərginlik mənbəyindən ayırmağın cərrah tərəfindən yaddan çıxarılması (pedalı buraxmağın unudulması) nəticəsində toxumaların yanığı. Paradoksal görünsə də bu hal, tez-tez rast gəlinir.

3. Pasiyent elektrodunun (passiv) yerləşdirildiyi sahəsində yaranan yanıq.

4. Elektrodun qalıq termik təsirinin nəticəsi kimi yanıq onun aktivləşdirməsinin dayandırılmasından sonra yaranan yanıq.

Elektrik cərəyan vurmasından müdafiə olunma səviyyəsinə və üsuluna görə bütün fizioterapiya aparatlarını 4 sinfə bölürlər. Müxtəlif sinif aparatların istismarı zamanı onların qidalanması və torpaqlanmasına aid tələblərə ciddi əməl etmək lazımdır. Elektrik cərəyan vurmasından müdafiə olunma üsuluna görə 01 yanvar 1996-cı ilə kimi hazırlanmış bütün aparatları 4 sinfə bölürlər: 0I və I sinif aparatları binanın xarici konturu ilə torpaqlamaq üçün sıxaca malikdirlər.

II sinif aparatlar – örtüyü müdafiə izolyasiyasına malikdir.

III sinif aparatlar – izolyasiya olunmuş alçaq gərginlikli cərəyan mənbəyindən qidalanırlar.

Elektrik cərəyan vurmasından müdafiə olunma üsuluna görə 01 yanvar 1996-cı ildən sonra hazırlanmış bütün aparatları 4 sinfə bölürlər:

H- normal dərəcədə mühafizə olunmuş və pasiyentin əliçatma hüdudlarından

kənarında olan avadanlıqlar (məsələn, sterilizatorlar, laboratoriya avadanlığı);  
B (Body)- müdafiənin yüksəldilmiş dərəcəsiylə fərqlənən və məmulatın normal vəziyyətində pasiyentdən keçən sızma cərəyanının ən böyük qiyməti 0,1mA-nı aşmayan avadanlıqlar (məs., elektrokardiograflar, ultrasəs aparatları və başqaları);

BF (Body Floating) - müdafiənin yüksəldilmiş dərəcəsiylə və təcrid edilmiş işçi hissəylə fərqlənən avadanlıqlar (məs., aşağı tezlikli elektrik cərəyanı ilə müalicə aparatları, stimulyatorlar və başqaları);

CF - müdafiənin ən yüksək dərəcəsiylə və təcrid edilmiş işçi hissəylə təmin olunmuş avadanlıqlar (məs., elektrokardiostimulyatorlar) .

OI və I siniflərinə aid bütün aparatlar ayrı-ayrı naqillərlə elektrik şitn tarpaqlama sıxacına torpaqlanmalıdır və torpaqlanmanın vəziyyəti hər 1-2 ayda bir dəfə yoxlanmalıdır.

II sinif aparatları torpaqlanmırlar, amma onların izolyasiyasının effektivliyi hər ayda bir dəfə yoxlanmalıdır.

Lazer fizioterapiya aparatlarının istismarı zamanı "ГОСТ Р 507023-94" standartlarında göstərilmiş sanitari təhlükəsizlik tələblərinə əməl olunmalıdır. Lazer aparatlarını işıquduci pərdələrlə (arakəsmələrlə) təchiz edilmiş fizioterapiya kabinələrində quraşdırılır və onlar lazer aparatlarına qoyulan təhlükəsizlik siniflərinə görə 1, 2, 3a siniflərinə aid olmalıdırlar. Lazer aparatlarını təhlükəsizlik səviyyəsinə görə 1, 2, 3a, 3b, 4 siniflərinə bölürlər, məsafə 250mm –dən az olmalıdır.

### **MÖVZU 13. Tibbi texnikanın etibarlılığı və ona təsir edən faktorlar**

*Etibarlılığının hesablanması* dedikdə obyektin *etibarlılıq göstəricilərinin* qiymətlərinin müəyyən edilməsi proseduru başa düşülür. *Etibarlılığının hesablanması* obyektin elementlərinin etibarlılığı haqqında məlumat kitabçalarından götürülmüş məlumatlar və həmçinin, analoq-obyektlərin etibarlılığı haqqında məlumatlar, materialların xüsusiyyətləri haqqında verilənlər və hesablanmanın başlanğıcında məlum olan digər informasiyalardan istifadə edilməsinə əsaslanan metodlar vasitəsilə həyata keçirilir. Hesablanmanın nəticəsində *etibarlılıq göstəricilərinin* miqdar qiymətləri müəyyən olunur.

*Etibarlılığının hesablanması metodlarının təsnifatı.* Sistemin etibarlılığının hesablanması onun bir və ya bir neçə xarakteristikasının etibarlılığının müəyyən

edilməsi deməkdir. Etibarlılığın hesablanması sistemin layihələndirilməsi, istehsalı və istismarının müxtəlif mərhələlərdə yerinə yetirilir. Bu hesablamaların qarşısında duran məqsədlərin çoxsaylı olması, hesablama metodlarının da müxtəlifliyinə gətirib çıxarmışdır. Etibarlılığının hesablanması metodunun seçilməsi bir sıra faktorlardan asılıdır. Onlardan da əsasları aşağıdakılardan ibarətdir:

Sistemin planlaşdırma (layihələndirilməsi) mərhələsi

Sistemdəki elementlərin birləşmə üsulu

Sistemdəki elementlərin işinin dayandırılması

Sistemdəki elementlərin iş rejimləri

Obyektin bərpa olunması qabiliyyəti

Obyektin analiz üsulları

Sistemin sinifləri və s.

Sistemin mürəkkəbliyi xarakterindən asılı olaraq sadə və mürəkkəb sistemlərin etibarlılığının hesablanmasını fərqləndirirlər. Bu və ya digər etibarlılığın hesablanması metodunun seçilməsi əvvəlcədən verilmiş etibarlılığın hesablanması tapşırığı ilə müəyyən edilir. Həm də mürəkkəb hesablamalar mürəkkəb sistemlərin funksional etibarlılığının hesablanmasıdır. Bu zaman həmin sistemin zaman üzrə öz iş rejimlərinin bərpası qabiliyyəti nəzərə alınır.

Layihələndirilmə mərhələsində etibarlılığın hesablanması layihələşdirilən obyektin gözlənilən etibarlılığının proqnozlaşdırılması məqsədi ilə həyata keçirilir. Belə proqnozlaşdırma obyektin güman edilən layihəsinin əsaslandırılması üçün, həmçinin təşkilatı-texniki məsələlərinin həlli üçün lazımdır: strukturun optimal variantının seçimi; ehtiyatda saxlamanın üsulu; kontrol metodları və onların səviyyəsi; profilaktikanın həcmi və periodikliyi; ehtiyat hissələrin miqdarları; sistemin elementlərinin etibarlılığına tələblərin əsaslandırılmaları. Buna görə planlaşdırma mərhələsində etibarlılığın aşağıdakı hesablamaları yerinə yetirirlər:

- etibarlılığın (sistemin elementlərinin etibarlılığına tələblərin bölgüsü) normalarının hesablanması;
- etibarlılığın təxmini hesablanması;
- etibarlılığın tam hesablanması.

Əgər planlaşdırma mərhələsində obyektin təcrübə nümunələri hazırlanırsa, onda sınaqların nəticələrinə görə etibarlılığın qiymətləndirilməsi həyata keçirilir. Yaradılma və istismar mərhələsində etibarlılığın hesablanması sınaqların və istismarın nəticələrinə görə keçirilir. Belə hesablamalar aydınlaşdırma xarakterini daşıyır. Bu hesablamalara əsasən etibarlılığın artırılması tədbirləri

hazırlanır, obyektlərin zəif yerləri müəyyən edilir, obyektin etibarlılığı və ayrı-ayrı faktorların etibarlılığa təsirləri qiymətləndirilir.

Sistemin elementlərinin imtinalarının xarakterinə görə qəfildən, tədricən və növbələnən imtinalar (rədlər) vaxtı etibarlılığın hesablaması metodları ayırır, və (amma) sistemdə elementlərin birləşilməsinin üsulu üzrə (görə) — elementlərin əsas və ehtiyat birləşməsi vaxtı etibarlılığın hesablaması. *Obyektin işinin dayandırılması halının təsnifatı*. Etibarlılıq nəzəriyyəsində ən vacib elementlərdən birisi dayanma anlayışıdır. Bunun nəticəsində sistemin işi pozulur. Bununla əlaqədar olaraq baş vermə xarakterinə görə 8 növ dayanmalar mövcuddur: Asılı olmayan, asılı, dərhal, ləngidici, bir - biri ilə əlaqəli, konstruksion, istehsal və istismar. Ədəbiyyatda bunlardan başqa etibarlılığın digər növləri də göstərilir. Bunu nəzərə alaraq 2 şəraiti göstərmək lazımdır.

Obyektin etibarlılığının analizi zamanı dayanma nəzəriyyəsinin formalaşdırılmasıdır.

Obyekt və proses arasında məlumatların tam olmamasıdır.

Obyektin dayanması faktı determinə olunmuş hadisədir və bu zaman dayanmanın yaranması isə təsadüfidir. Məhz bu səbəbdən də etibarlılıq nəzəriyyəsinin riyazi aparatı əsas ehtimallar və riyazi statistika nəzəriyyəsidir.

Tibbi texnikanın etibarlılığının hesablanmasında aşağıdakı aşağıdakı göstəricilərdən istifadə olunur:

1.  $P(t)$  – cihazın və ya elementin dayanma olmadan işləmə ehtimalı

2.  $Q(t) = 1 - P(t)$  – sıradan çıxma ehtimalı

3.  $\lambda(t)$  – sıradan çıxmaların intensivliyi  $\lambda(t) = 1/T_0$ ,

Burada  $T_0$  – işləmədir.

4. Tibbi texnikanın etibarlılığının hesablanmasında

$P(t) = e^{-\lambda(t) \cdot t}$  qəbul edilir.

5. Orta sıradan çıxmadan işləmə

$T_0 = 1/\bar{\lambda}$ .

6. Sıradan çıxmaya qədər müəyyən olunmuş işləmə-işləmə müddətində sıradan çıxma ehtimalı müəyyən edilmiş qiyməti aşmır.

7. Orta və müəyyən olunmuş işləmələrin normallaşdırılmış qiymətləri-etibarlılığın hesablamasına və ya standartların tələblərinə əsasən istehsalçı tərəfindən verilən qiymətlər.

8. *İmtina kriteriyaları*- imtinanın mövcudluğunu təyin etməyə imkan verən əlamətlər toplusu.

Etibarlılıq anlayışı, yalnız onu kəmiyyətcə qiymətləndirdikdə, yəni ölçükdə praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Funksional etibarlılığı qiymətləndirmək üçün aşağıdakı göstəricilərdən istifadə olunur:

sistemin öz funksiyasını yerinə yetirməsi ehtimal olunur (yəni, sistemdə lazım olan informasiya həcminə verilmiş zaman müddətində müraciət olunması ehtimal olunur);

funksional məsələnin həlli üçün lazım olan informasiya ötürülməsinin orta müddəti.

Aparatura etibarlılığını qiymətləndirmək üçün aşağıdakı göstəricilərdən istifadə olunur:

- hazırlıq əmsalı ( $K_r$ ) - ehtimal olunur ki, sistem lazım olan zamanda normal fəaliyyət başlayacaq;
- rəddetməyə qədər işləmə ( $T_0$ ) - rəddetməyə qədər işləmə vaxtının ümumi rəddetmələr sayına nisbətidir;
- texniki istifadə oluma əmsalı, yəni sistemin işləmə qabiliyyətli vəziyyəti müddətinin, onun profilaktik xidmət və təmir olunmasına sərf olunan müddətə nisbəti;
- rəddetməyə qədər orta işləmə vaxtı ( $T_1$ ) — bu parametrin qiyməti statistik müəyyən edilir, yəni iki eyni tipli sistemin təcrübi istismarından asılı olaraq onlar üçün  $T_1$  müxtəlif olar;
- rəddetmə intensivliyi ( $\lambda(t)$ ) - rəddetmə yaranması ehtimalının şərti sıxlığı; həmin parametr baxılan müddət üçün bu müddətə qədər rəddetmənin əmələ gəlmədiyi şərtdə müəyyən edilir;
- rəddetmə seli parametri ( $\omega(t)$ ) - baxılan zaman müddətinə qədər rəddetmə yaranması ehtimalı sıxlığı ilə təyin olunur. Eksponensial paylanma halında;

$$\omega(t) = \lambda(t) = 1/T_0;$$

- rəddetməsiz işləmə ehtimalı  $P(t)$ ;
- əməli hazırlıq əmsalı ( $K_{ro}$ ) - ehtimal olunur ki, sistem gözləmə rejimində qalaraq istənilən zaman momentində verilən müddət  $t$  qədər rəddetməsiz işləmə qabiliyyətinə malik olar.

Rəddetməsiz işləmə ehtimalı və əməli hazırlıq əmsalı bir - biri ilə aşağıdakı asılılıqla əlaqədardır:

$$K_{ro} = K_r P(t)$$

Beləliklə sistemin hər hansı bir mümkün olan işləmə qabiliyyətində olması ehtimalını təyin edirik.

$$P(t) = P_1(t)$$

Sistemin bir neçə işləmə qabiliyyətli halının mövcud olması ilə əlaqədar baxılmış vəziyyətlər, yalnız mürəkkəb sistemlərə o cümlədən AİS —ə aiddir.

*Etibarlılığa təsir edən səbəblər. AİS - nin etibarlılığına təsir edən amillər.*

Etibarlılığa təsir edən əsas amilləri iki kateqoriyaya ayırmaq olar: sistemin elementlərinin texniki vəziyyətindən asılı olan aparatura (texniki) amilləri və funksional etibarlılığa təsir edən qeyri-aparatura amilləri.

Sistemin elementlərinin texniki vəziyyəti həm konstruktiv — texniki hələtmədən, həm də istehsaldan asılıdır. Bu halda etibarlılıq funksional sxemin düzgün seçilməsindən, ehtiyatlandırma və nəzarət etmə üsullarından, komplektdəki hissələrin və materialların seçilməsindən, xarici amillərin təsirinə mühafizədən asılıdır. Həmçinin etibarlılıq məmulatın verilmiş xarakteristikasını təmin etməklə, hazırlanma dəqiqliyi və elektrik birləşdirmələrin möhkəmliyi və s. ilə təyin edilir.

Qeyri-aparatura amillərinə alqoritmlərin keyfiyyəti, operatorların ixtisası, AİS-nin keyfiyyəti və iş şəraiti aiddir. Ümumiyyətlə sıradan çıxma- nasazlığın (məsələn, iş xarakteristikaları, xarici görünüş və s. baxımından) özünü bürüzə vermə şəkillərindən biridir və qurğunun texniki şərtlərdə göstərilmiş bir və ya bir neçə tələbə cavab verməməyi deməkdir. Təbii ki, hər bir nasazlıq sıradan çıxma kimi araşdırıla bilməz. İstismar zamanı iş prosesinin pozulmasına gətirməyən sıradan çıxmalar *qüsurlar (zədə)* adlandırılır.

*İşləmə (наработка)*– zaman, sikl, periodlar və s. ilə ölçülən və qurğunun işləmə müddətini (və ya həcmi) xarakterizə edən kəmiyyətdir. Təyinatından asılı olaraq qurğunun istismar prosesində *sutkalıq və ya aylıq işləmə, sıradan çıxmaya qədər işləmə, ilk sıradan çıxmaya qədər orta işləmə, zamanətli işləmə* və s. fərqləndirilir.

*Sutkalıq və ya aylıq işləmə* zamanla (sikllər, periodlar) ölçülür və qurğunun sutka və ay ərzində işlədiyi müddəti göstərir.

*Sıradan çıxmaya qədər işləmə*- təmirə yararlı qurğunun sıradan çıxmaları arasında orta işləmə müddətini göstərir. Bu zaman əgər işləmə zaman vahidləri ilə göstərilmişdirsə, *sıradan çıxmasız işləmənin orta qiyməti* anlayışından istifadə olunur.

*İlk sıradan çıxmaya qədər orta işləmə* dedikdə qurğunun ilk sıradan çıxmaya qədər işləmə müddəti nəzərdə tutulur. Təmirə yararsız sistemlər üçün bu termin *sıradan çıxmaya qədər orta işləmə* anlayışı ilə eynidir.

*Zamanətli işləmə* dedikdə istifadəçi tərəfindən istismar, saxlanma və daşınma qaydalarına riayət olunması şərti ilə avadanlığın öz funksiyalarını

düzgün yerinə yetirəcəyi zəmanətli zaman müddəti nəzərdə tutulur. Zəmanətli işləmə istehsalçı tərəfindən təyin olunur və texniki sənədlərdə və ya istehsalçı və istehlakçı arasındakı müqavilədə göstərilir.

*Sazlıq* qurğunun müəyyən işləmə müddəti ərzində məcburi fasilələr olmadan öz iş qabiliyyətini saxlama xüsusiyyətidir. Sazlıq işləmə müddəti vahidləri ilə ölçülür. Məcburi fasilələr adətən xarici səbəblərə (məsələn, qida sisteminin işindəki fasilələr, qısa qapanmalar və s.) və ya profilaktik və təmir kimi ehtiyat tədbirləri səbəbinə görə yaranır. Əgər qurğu *təmir olunmayırsa* (məsələn, Yer in süni peykində yerləşdirilmiş RRV) və ya ilk sıradan çıxmadan sonra dəyişdiriləndirsə (məsələn, RRV-nin təşkilediciləri) və ya baxılan qurğuda sıradan çıxmalar təhlükəsizlik baxımından ümumiyyətlə yol verilə bilməzdirsə (məsələn, kosmik və ya təyyarə RRV-si) bu zaman onun saz işləmə göstəricisi kimi *sıradan çıxmaların intensivliyi* və *saz işləmə vaxtı* anlayışlarından istifadə oluna bilər. *Təmir olunan* qurğular üçün analoji göstəricilər kimi adətən *sıradan çıxmaya qədər işləmə müddəti*, *sıradan çıxmalar seli parametri* və ya *saz işləmə ehtimalı* istifadə olunur.

*Sıradan çıxmaların intensivliyi* anlayışı altında təmir olunmayan qurğunun verilmiş zaman anından sonrakı müddətdə, bu zaman anına qədərki dövrdə sıradan çıxmaların olmaması şərti ilə, vahid zamanda sıradan çıxma ehtimalı başa düşülür.

*Saz işləmə ehtimalı* -verilmiş zaman intervalında və ya verilmiş işləmə dövründə qurğunun sıradan çıxmasının baş verməməyi ehtimalıdır.

*Sıradan çıxmalar seli* dedikdə təmir oluna bilən qurğunun vahid zamandakı orta sıradan çıxmalarının sayı başa düşülür.

*Uzunömürlülük* - qurğunun öz xüsusiyyətlərini profilaktik tədbirlər və tənəffüslər üçün zəruri fasilələri nəzərə almaqla vəziyyətinin son həddə qədər saxlaması xüsusiyyətidir. *Qurğunun vəziyyətinin son həddi* onun effektivliyinin azalması və ya texniki sənədlərdə göstərilmiş təhlükəsizlik tələbləri səbəblərindən sonrakı istismarının mümkünsüzlüyü ilə təyin olunur. Qurğunun vəziyyətinin son həddi, bu qurğunun işləmək qabiliyyətinin dağılma və ya qocalma (köhnəlmə) nəticəsində itirilməsi səbəbindən baş verir. Bu haldan əvvəl adətən qurğunun yerinə yetirdiyi əməliyyatların dəqiqliyinin və effektivliyinin azalması müşahidə olunur. Uzunömürlülük göstəriciləri kimi *resurs* və *xidmət müddəti* istifadə oluna bilər.

Qurğunun *resursu* dedikdə onun son həddə qədər işləməsini xarakterizə edən kəmiyyət başa düşülür. Praktikada iki növ anlayış ayırd edilir: *birinci təmirə qədər resurs*, *təmirlərarası resurs*, *təyin olunmuş resurs*,  $\gamma$  - *faizli resurs*

və *orta resurs*. Qurğunun birinci təmirə qədər resursu onun ilk məcburi təmirə qədər işləməsi xarakterizə olunur. Təmirələrarası resurs qurğunun iki ardıcıl təmiri arasındakı işləməsi ilə xarakterizə olunur. Təyin olunmuş resurs qurğunun texniki sənədlərində göstərilmiş işləmə ilə xarakterizə olunur. Bu parametr, qurğunun vəziyyətindən asılı olmayaraq istismarın dayandırılmasına qədər işləmə ilə təyin olunur. Təyin olunmuş resurs adətən təhlükəsizlik və qənaətcillik baxımından istifadə olunur. Qamma-faizli resurs - faizlə ifadə olunmuş ehtimalla qurğunun vəziyyətinin son həddə çatmamaq şərti ilə işləməsidir. Orta resurs qurğunun istismara buraxıldığı dövrdə reallaşdırıla bilən (proqnozlaşdırılan) orta işləmədir.

*Xidmət müddəti* qurğunun vəziyyətinin son həddinə qədər istismarının təqvim müddəti kimi hesablanır. Birinci əsaslı təmirə qədər, əsaslı təmirlər arasına, silinməyə qədər və orta xidmət müddətləri ayırd edilir.

*Təmirəyararlılıq* qurğuda sıradan çıxma və nasazlıqların profilaktik tədbirlər və təmirlər yolu ilə xəbərdar olunması, təyin olunması və aradan qaldırılması qabiliyyəti ilə xarakterizə olunur. Burada sıradan çıxmaların aradan qaldırılması dedikdə qurğunun iş qabiliyyətinin bərpa olunması nəzərdə tutulur. Qurğunun təmirə yararlılıq göstəricilərinə aiddir: *orta bərpa olunma müddəti, təmirin verilmiş zaman müddətində icra olunma ehtimalı, profilaktik xidmətin orta dəyəri*. Orta bərpa olunma müddəti bir sıradan çıxmanın təyin olunması və aradan qaldırılması nəticəsində, reqlament olunmamış işsiz dayanma müddəti ilə xarakterizə olunur. Digər iki anlayış üçün əlavə izahat tələb olunmur.

Xidmət göstərilməyən qurğular sinfinə aid olan istənilən RRV təmirə yararsız hesab olunur. Belə qurğular həmçinin *bərpa olunmayan* və ya *təmirə yararsız (təmir olunmayan)* da adlandırılır.

RRV-nin keyfiyyət göstəricilərindən biri *saxlaya bilmədir*. Yəni, qurğunun öz istismar göstəricilərini saxlanma və daşınma müddəti və bu müddətdən sonrakı dövrdə saxlaya bilmə qabiliyyətidir. Saxlaya bilmənin miqdar göstəriciləri kimi orta və qamma-faizli resurs istifadə oluna bilər.

RRV-nin keyfiyyətini xarakterizə edən xüsusiyyətlərdən biri də *qurğunun bərpa rejimindən işçi rejimə keçmə hazırlığıdır*. Bu xüsusiyyət *hazırlıq əmsalı* ilə xarakterizə olunur. Hazırlıq əmsalı - planlı profilaktik tədbirlər arasında istənilən anda qurğunun işlək olmasının ehtimalıdır. Mütləq (абсолютный) hazırlıqlı qurğu ya mütləq saz, ya da ideal bərpa olunan qurğudur. Bu anlayışa əlavə olaraq *texniki istifadə olunma əmsalını* də araşdıraq. Texniki istifadə olunma əmsalı – qurğunun istismar müddətinin müəyyən intervalında zaman vahidləri ilə ifadə olunmuş işləməsinin bu işləmə ilə həmin istismar müddətində



profilaktik tədbirlər və təmirlər nəticəsində qurğunun işsiz dayanma müddətlərinin cəminin nisbətində bərabərdir.

Nəticədə qeyd edək ki, əgər qurğu sazdırsa (ispravno), deməli iş qabiliyyətlidir (rabotosposobno). Əksinə müddəa düzgün deyil. Məsələn, RRV idarə pultunda yerləşən bir sıra indikatorların sıradan çıxması zamanı belə öz iş qabiliyyətli ola bilər. Lakin belə qurğunu saz hesab etmək olmaz.

#### **MÖVZU 14. Tibbi texnika vasitələrinin etibarlılığının qiymətləndirilməsi**

*Etibarlılıq göstəricilərinin qiymətləndirilməsi metodları.*

Etibarlılıq obyektin xassələrindən və onun tətbiq şəraitindən asılı olaraq mürəkkəb xüsusiyyətlərə malikdir. Etibarlılıq göstəriciləri verilmiş obyektə onun etibarlılığını təmin edən müəyyən xüsusiyyətlərin nə dərəcədə xas olduğunu kəmiyyətcə xarakterizə edir. Bu xüsusiyyətlər aşağıdakılardır:

- sıradan çıxmadan işləmə (dayanmazlıq və ya imtinasızlıq),
- təmirə yaralılıq,
- uzunömürlülük
- saxlanılma.

Burada etibarlılıq nəzəriyyəsinin ən vacib anlayışlarından birisi də “işləmə müddəti” də nəzərə alınmalıdır. İşləmə müddəti dayanmaya qədər olan müddətlə təyin edilir. Etibarlılıq nəzəriyyəsində müxtəlif göstəricilər nəzərdə tutulur. Lakin bu göstəricilərdən praktikada yalnız vasitənin işləmə funksiyasını xarakterizə edən göstəricilər əsas götürülür:

*Sıradan çıxmadan işləmənin göstəriciləri.* Bu göstəricilər obyektin müəyyən zaman ərzində öz iş qabiliyyətini saxlaması kimi nəzərdə tutulur. Bu zaman obyekt özünün texniki vəziyyətləri ilə xarakterizə olunur. Bu göstəricilərə aşağıdakılar daxildir:

- İmtinasız işləmə ehtimalı  $P(t)$
- sıradan çıxmaya qədər orta işləmə,  $T_{or}$
- sıradan çıxmalararası orta işləmə  $T_o$ ,
- sıradan çıxmaya qədər qamma-faiz işləmə  $T_\gamma$ ,
- İmtinaların intensivliyi,  $\lambda(t)$ ,
- İmtinalar seli parametri  $\omega(t)$ ;
- İmtinasız işləmə müddətinin paylanma sıxlığı,  $f(t)$

Yararlı - yararsız iş qabiliyyətinə malik olma, iş qabiliyyətinə malik olmama, deffekt, zədələnmə və dayanma. Bu göstərilən vəziyyətlərin hər biri parametrlərin qiymətlər yığımı ilə xarakterizə olunur. Lakin onu da qeyd etmək

lazımdır ki, bu parametrlərin özləri də müəyyən şərtlər daxilində yerinə yetirilə bilər. Dayanmadan işləmə göstəricilərinə aşağıdakılar aiddir:

dayanmadan işləmə ehtimalı  $P(t)$  və dayanmaların ehtimalı  $Q(t)$  təsadüfi hadisələrin tam qrupunu təşkil edir:

$$P(t) + Q(t) = 1 \text{ və ya } P(t) = 1 - Q(t)$$

Burda  $t$  — vasitənin dayanmasına qədər işləmə müddətidir.

Praktikada  $P(t)$  - göstəricisinin qiymətləndirilməsi aşağıdakı ifadə ilə müəyyən edilir.

$$P(t) = \frac{N - n}{N}$$

$N$  — vasitələrin ümumi sayıdır.

$n$  — vasitələrin  $t$  müddəti ərzində dayanması sayıdır,

Dayanmaların  $Q(t)$  ehtimalı. Praktikada bu göstərici aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$Q(t) = \frac{n}{N}$$

Deməli

$$P(t) = \frac{N - n}{N} = 1 - \frac{n}{N} = 1 - Q(t)$$

$f(t)$  — dayanmalar tezliyi.

Bu göstərici vahid zaman ərzində bərpa olunmayan vasitələrin qismini göstərir və belə təyin olunur:

$$f(t) = \frac{n}{N\Delta T}$$

Burada  $\Delta T$   $n$  sayda dayanmaların mövcud olduğu zaman müddətidir,

$\Delta(t)$  - dayanmaların yığım parametrləridir və aşağıdakı düsturla müəyyən edilir.

$$\Delta(t) = \frac{\Delta n}{\sum \Delta T}$$

Burada  $\Delta n$  qeyd olunmuş dayanmaların ümumi sayıdır.

$\Delta T$  isə bütün vasitələrin tətbiq olunma zaman müddətində ümumi və ya cəm işləməsidir.

Dayanmaların  $\lambda(t)$  intensivliyi aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$\lambda(t) = \frac{\Delta n}{[N - n(t_0)]\Delta T}$$

Burada  $\Delta n$  müddəti  $\Delta T$  olan zaman ərzində vasitələrin dayanma sayıdır.  $n(t_0)$  — tətbiq olunan zamana qədər vasitələrin dayanmalar sayıdır.

Birinci dayanmaya qədər orta işləmə müddəti  $t_{or}$

$$t_{or} = \frac{\sum t}{N}$$

ç) Dayanmaya qədər işləmə müddəti

$$T_{or} = \frac{\sum t}{n}$$

Uzun ömürlülük göstəricisi.

Uzun ömürlülük dedikdə obyektin və ya texniki vasitənin tələb olunan normalara cavab vermək şərti ilə onun işləmə müddəti yəni, sonuncu dayanmaya qədər işləmə qabiliyyəti nəzərdə tutulur.

Uzun ömürlülük bir sıra kəmiyyət göstəriciləri ilə xarakterizə olunur:

- Texniki resurs
- Xidmət müddəti
- Təyin olunmuş resurs
- Təyin olunmuş xidmət müddəti

*Texniki resurs* dedikdə, məmulatın istismarının başlanğıcından və ya müəyyən növ təmirindən sonra son hədd halına çatana kimi keçən işləmə başa düşülür.

*Xidmət müddəti* dedikdə, məmulatın istismarının başlanğıcından və ya müəyyən növ təmirindən sonra son hədd halına çatana kimi keçən təqvim üzrə müddət başa düşülür.

Hər hansı bir avadanlığın imkanlarının qiymətləndirilməsi praqnozlaşdırılması metodlarını 4 əsas qrupa ayırmaq lazımdır: statistik , determinə olunmuş, fiziki statistik ( kombinə edilmiş), ekspert. Bütün sənaye avadanlıqları «keyfiyyətlə», yəni bu avadanlığı digərlərindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqləndirən və təyinatı üzrə istifadə dərəcəsini təyin edən müəyyən xüsusiyyətlər toplusu ilə xarakterizə oluna bilər. RRV üçün «keyfiyyət» dedikdə ilk növbədə konstruktor, texnoloji, elektrik, maqnit, temperatur və ergonomik xarakteristikalar toplusu nəzərdə tutulur. Qurğuların keyfiyyət göstəriciləri həmçinin onların xarici küylərin (radiasiya, vibrasiya, fiziki yüklənmələr, kəskin dəyişən iqlim şəraiti və s.) mövcudluğu şəraitində işləməsi qabiliyyəti, onların istehsalı zamanı tətbiq olunan unifikasiya səviyyəsi və standartları ilə də xarakterizə oluna bilər. Təbii ki, RRV-nin istismarı zamanı dağılma və dönməz köhnəlmə prosesləri nəticəsində onun xarakteristikaları (və eləcə də keyfiyyəti) dəyişəcək. RRV-nin ən əsas xarakteristikalarından biri sayılan *etibarlılıq*, məhz keyfiyyətin zamanca dəyişməsinə xarakterizə edir.

Etibarlılıq anlayışı altında istismar şəraitinə və texniki xidmət qaydalarına riayət olunduqda qurğunun öz istismar parametrlərini tələb olunan

zaman və ya işləmə müddətində verilmiş diapazonda saxlamaqla öp funksiyasını yerinə yetirməsi başa düşülür. Etibarlılıq- mürəkkəb kompleks anlayış olub işləmək qabiliyyəti, uzunömürlülük, sazlıq, təmirə yararlılıq, bərpa oluna bilmə və s. kimi əsas xarakteristikaları qiymətləndirmək üçün tətbiq olunur.

Etibarlılıq anlayışının mürəkkəb tərkibə malik olması onun dəqiq hesablanmasını qeyri mümkün edir. Odur ki, bu parametrlər əvvəl layihələndirilmiş qurğular üçün təqribi qiymətləndirilə bilər, gələcəkdə yaradılacaq qurğular üçün isə təqribi proqnozlaşdırıla bilər. Belə qiymətləndirmə və proqnozlaşdırmaların əhəmiyyəti bütün RRV-lər üçün eyni deyil. Məsələn, yerüstü RRV-nin antena kommutatorunun sıradan çıxması qurğunun müvəqqəti olaraq işləmək qabiliyyətinin itirilməsinə səbəb ola bilər. Lakin belə kommutatorun bort RRV-də sıradan çıxması ciddi qəza və ya faciəyə səbəb ola bilər. Birinci halda qurğunun bərpa olunmasının qiyməti nasazlığın tapılması və aradan qaldırılması üçün əmək haqqından və antena kommutatorunun qiymətindən ibarət olur. İkinci halda isə qurğu ümumiyyətlə bərpa olunmur (qəza səbəbindən) və itkilər ən yaxşı halda böyük maddi dəyərlərlə ölçülür.

Adətən yeni RRV-nin layihələndirilməsi və tədqiq olunması mərhələsində maksimal etibarlılığın təmin olunması çox çətin və bahalı olur. Buna səbəb çoxsaylı tədqiqatların, təkmilləşdirilmələrin və tamamlamaların aparılmasına və s. olan tələbatdır. Lakin lazımi etibarlılıq səviyyəsinə çatdıqda sərf olunmuş vəsaitlər adətən özünü doğruldur.

Müasir RRV-nin etibarlılığı əsasən onun təşkil olunduğu elementlərin (hissələrin) etibarlılığı ilə təyin olunur. Hal-hazırda bu sistemlərin mürəkkəbliyi, istifadə olunan elementlərin etibarlılığı ilə bir- başa əlaqəlidir. Başqa sözlərlə, RRV-nin etibarlılığını artırmaq üçün, mürəkkəb konstruksiyalar və iş alqoritmləri, yüksək etibarlılığa malik elementlər tətbiq olunur. RRV-mürəkkəbləşdikcə etibarlılığın təmin olunması problemi daha da kəskinləşir. Müasir RRV-lər istismar rejimlərinin artan intensivliyi, dəqiqlik və effektivliyə qoyulan tələblərin artırılması, daxili və xarici destabilləşdirmə faktorlarına dözümlü artırılması və eləcə də iş fəaliyyətinin yüksək avtomatlaşdırılma səviyyəsi ilə xarakterizə olunur.

Deyilənlərdən məlum olur ki, müəyyən ziddiyyətlər meydana gəlir: getdikcə mürəkkəbləşən mühəndis məsələləri daha mürəkkəb vasitələrin yaradılmasına səbəb olur, lakin, belə vasitələrin etibarlılığı daha sadələrə nəzərən aşağıdır. Odur ki, mürəkkəb sistemlərin yaradılması yalnız kifayət qədər yüksək etibarlılıq təmin olunduqda özünü doğruldur. Beləliklə texniki

vasitələrin etibarlılığının artırılması təmin olunmasa sonrakı texniki inkişafdən də danışmaq olmaz. Qurğuların mürəkkəbliyi və etibarlılığı arasındakı ziddiyyətlərin aradan qaldırılması ən əsas mühəndis məsələlərindən biridir. Bu məsələ *standartlaşdırma nəzəriyyəsi* tərəfindən həll olunur. Nəzəriyyənin əsas məqsədi layihələndirmə, hazırlanma, sınaq, sazlama, qəbul etmə və istismar kimi mərhələlərin optimal qaydada yerinə yetirilməsini təmin etməkdir.

*Etibarlılıq nəzəriyyəsi* standartlaşdırmanın fundamental elmi əsasıdır. Etibarlılıq nəzəriyyəsinin əsas məqsədləri aşağıdakılardır:

1. Layihələndirmə, istehsal və istismarın bütün mərhələlərində (iş prinsipi və istehsal üçün materialların seçilməsindən sonrakı istismarın mümkünsüzlüyü səbəbindən qurğuların hesabdən silinməsi qaydalarına qədər bütün mərhələlər) ümumi qanunauyğunluqların yaradılması, layihələndirmə və istehsal mərhələlərində etibarlılıq göstəricilərinin artırılması metodlarının tətbiq olunması.

2. Müxtəlif tipli avadanlıqlarda daxili və xarici təsirlər nəticəsində sıradan çıxmalarının yaranması qanunauyğunluqlarının müəyyən edilməsi, etibarlılıq sınaqlarının aparılması metodlarının və bu zaman alın nəticələrin emalı və düzgün qiymətləndirilməsi metodlarının işlənməsi, etibarlılığa effektiv nəzarət üsullarının yaradılması, istismar zamanı profilaktik tədbirlərin ardıcılığını və periodikliyinə təyin edən metodların işlənməsi, qurğularda nasazlığın axtarılıb tapılması üsullarının işlənməsi.

3. Etibarlılığı xarakterizə edən statistik məlumatın rəşional toplanma, qeydə alınma və analizi metodlarının yaradılması, etibarlılığın qiymətləndirilməsi metodlarının, eləcə də sıradan çıxmaların proqnozlaşdırılması üsullarının işlənməsi.

Göstərilənləri ümumiləşdirərək demək olar ki, etibarlılıq nəzəriyyəsi texniki sistemlərdə sıradan çıxmaların yaranması prosesini və təbiətini, eləcə də bu sıradan çıxmalarla mübarizə metodlarını öyrənir.

Gələcəkdə etibarlılıq suallarının araşdırılması zamanı istifadə olunacaq terminlərin aydın olması üçün ГOCT 13377-75 standartına əsasən RRV-nin əsas xarakteristikalarını təyin edək. Qeyd edək ki, qurğuların etibarlılığı sahəsində tətbiq olunan terminlər digər sənaye sahələri üçün də eynidir.

*İşləmə qabiliyyəti (работоспособность)*- texniki sənədlərdə göstərilmiş tələblərdə müəyyən edilmiş parametrli funksiyaları yerinə yetirmə qabiliyyəti nəzərdə tutulur. Burada və daha sonra texniki sənəd dedikdə standartlar, rəhbər texniki materiallar, texniki şərtlər və digər normativ- texniki sənədlər toplusu nəzərdə tutulur. Qurğunun parametrləri dedikdə məhsuldarlığı, dəqiqliyi,

gəlirliliyi, iqtisadi cəhətdən faydalılığı və s. nəzərdə tutulur.

Etibarlılıq nəzəriyyəsində *sıradan çıxma* (*отказ*) anlayışı geniş istifadə olunur. Sıradan çıxma təsadüfi hadisə olub qurğunun işləmə qabiliyyətinin pozulmasını bildirir. Sıradan çıxmalar iki qrupa bölünür: ani sıradan çıxma və tədrici sıradan çıxma. *Ani sıradan çıxma* - qurğunun bir və ya bir-neçə parametrinin ani dəyişməsi nəticəsində yaranan sıradan çıxmalardır. *Tədrici sıradan çıxma* - qurğunun əsas parametrlərinin dağılma və köhnəlmə nəticəsində tədricən dəyişməsi ilə bağlı sıradan çıxmalardır. RRV-lərin istismarı zamanı eyni zamanda bir neçə sıradan çıxmanın olması halları da müşahidə olunur. Onlardan bəzilərinin yaranması digərlərinin yaranması ilə bir-başa bağlıdır. Ona görə də sıradan çıxmalar bir-birindən asılılığına görə *asılı* və *qeyri asılı* növlərə bölünür. *Asılı* - baxılan sıradan çıxmanın ondan əvvəl yaranan sıradan çıxmalar nəticəsində yaranan, *qeyri asılı* - baxılan sıradan çıxmanın ondan əvvəl yaranan sıradan çıxmalardan asılı olmayaraq yaranan sıradan çıxmalardır. Xarici təzahürünə görə *aşkar* və *qeyri-aşkar* sıradan çıxmalar fərqləndirilir. Birincilər vizual olaraq detektə oluna bilirlər, məsələn, çap lövhəsinin traslarının zədələnməsi. İkincilər isə yalnız xüsusi avadanlıqlardan istifadə ilə detektə oluna bilirlər, məsələn, heterodinin tezliyinin nominaldan uzaqlaşması. Sıradan çıxmalar aradan qaldırılmasına görə iki qrupa bölünürlər: *dayanıqlı* və *öz-özünə aradan qaldırılan* (*dayanıqsız*) sıradan çıxmalar. Dayanıqlı sıradan çıxmaları detektə etmək nisbətən asandır və adətən tez aradan qaldırılır. Öz-özünə aradan qaldırılan sıradan çıxmalar isə heç bir təmir prosedurları tətbiq olunmadan aradan qalxır. Onları detektə etmək və aradan qaldırmaq çox mürəkkəb olur. Belə sıradan çıxmalar adətən *qısamüddətli iş pozulması* və ya *növbələnən sıradan çıxma* kimi özünü büruzə verir.

*Qısamüddətli iş pozulması* adı altında bir dəfə yaranan və öz-özünə aradan qalxan sıradan çıxmalar başa düşülür. RRV- ni işi zamanı məhz qısamüddətli iş pozulmaları daha çox müşahidə olunur. *Növbələnən sıradan çıxmalara* isə misal olaraq birləşdiricilərdə pis kontaktlar misal ola bilər.

### **MÖVZU 15. Tibbi texnika vasitələrinin etibarlılığının xüsusiyyətləri və artırılması yolları**

*Etibarlılığın təmin olunması.* Etibarlılığın təmin olunması problemi məlumatın bütün yaradılması etapy və bütün istifadə olunması dövrü ilə əlaqədardır. Məlumatın etibarlılığının əsası onun layihələndirilməsi və hesablanması prosesində qoyulur: məlumatı hazırlayarkən düzgün istehsal texnologiyasının

seçilməsi ilə, ilkin materialın və hazır məhsulun keyfiyyətinə və eləcə də hazırlanma rejiminə və şəraitinə nəzarət ilə etibarlılıq təmin olunur. Etibarlılığın qorunmasına, məlumatın düzgün üsullarla saxlamaqla, onun istismar qaydalarına riayət etməklə, plana uyğun xidmətlə, profilaktik nəzarət və təmir etməklə nail olunur. Məlumatı layihələndirərkən aşağıdakı amillər nəzərə alınmalıdır:

*istifadə olunan komponentlərin və hissələrin keyfiyyəti.*

Həmin hissələr sistemin işləyəcəyi mühit və istehsalat şəraitindən asılı olaraq seçilməlidir. Bu məqsədlə sxem və konstruktiv cəhətdən işlənmiş, qərarlanmış və yaxşı nəzarət olunmuş texnologiya ilə hazırlanan unifikasiya edilmiş elementlərdən istifadə edilir. Həmçinin mürəkkəb məlumatların sxem və layihəsini modul — blok (aqrəqat) prinsipi ilə qurma məqsəduyğundur. Bu halda mürəkkəb məlumat tipik, standart layihəli modul və bloklardan təşkil olunur. Bunlarda giriş və çıxış siqnalları, qida mənbələrinin parametrləri, qabarit və birləşdirmə ölçüləri standartlaşdırılır. Bununla da həmin hissələrin məmulatda birgə uyğunlaşmış işi təmin edilir;

*komponent və hissələrin iş rejimi.*

Layihələndirmədə komponent və hissələrin iş rejimi onların fiziki imkanına uyğun olmalıdır. Komponentin rəsmi sənədindəki göstərişdən ağır iş rejimi seçmək olmaz;

*məmulatın bütün hissələrinə və onların komponentlərinə baxmaq, nəzarət etmək, yaxud onları təmir etmək, dəyişdirmək imkanı təmin edilməlidir.*

Bu şərt etibarlılığı istismar dövründə saxlamaq üçün mühümdür. Məlumat mürəkkəb olduqda əlavə olaraq, saz işləməni avtomatik nəzarət edən quruluş layihələndirilir;

*mühafizə quruluşu.*

Laqiyələndirmədə elə sxem və konstruksiya qurmalıdır ki, bir elementi rədd etdikdə bütün obyekt üçün qəza vəziyyəti yaranmasın. Bu məqsədlə xüsusi mühafizə element və quruluşlarından istifadə edərək onların vasitəsilə qəza vəziyyətini aradan qaldırmaq olur. Bu məqsədlə məsələn, mühüm hissələr müxtəlif metodlarla ehtiyatlandırılır.

Məlumatı istehsal edərkən:

komplektedici məlumatın və materialın keyfiyyətinin nəzarəti lazımı qaydada təmin edilməlidir;

materialın növünü qarışdırmaq olmaz;

iş yerini və avadanlığın təmizliyinə riayət etmək lazımdır;

mürəkkəb texnoloji proseslərdə iş rejimini pozmaq qadağandır;

montaj qaydalarını və yığma texnologiyasını pozmaq olmaz;  
hazır məhsul və əməliyyatlara görə nəzarət tələb olunur;  
hazır məhsulun etibarlılığının və keyfiyyətinin periodik yoxlanılması lazımdır.  
Məlumatı istismar edərkən etibarlılığa təsir edən əsas amillərə aşağıdakılar aiddir:

istismar vaxtı istehsalat və hava şəraiti;  
hissələrə xidmət edilməsi, profilaktik baxış və nəzarət olunma, qərarlanan qayda ilə təmizləmə və əlavə sazlama, yeyilən hissələrin təmiri və dəyişdirilməsi;  
xidmət edən şəxsin ixtisası və cavabdehliyi.

Radio — elektron aparatlarının rəddetmələrinin səbəbinin tədqiqi göstərir ki, ümumi rəddetmələrin 40-45% - i layihələndirmədəki səhvədən, 20% - i istehsal səhvindən, 30% - i istismar şəraitindən, düzgün olmayan sınaq rejimindən və eləcə də düzgün olmayan xidmətdən, 5+7% - i elementlərin təbii yeyilmə və köhnəlməsindən əmələ gəlir.

### ***Sistemlərin etibarlılığı.***

Sistem (yunanca σύστημα sözündən götürülüb və tam (bütöv), hissələrdən təşkil edilmiş; birləşmə mənalarını verir) — bir-biri ilə əlaqəli münasibətlərdə olub müəyyən bütövlük, vəhdət təşkil edən çoxlu sayda elementlərin məcmusudur. Mürəkkəb texniki sistem - müxtəlif işləmə qabiliyyəti vəziyyətlərində verilmiş funksiyaları yerinə yetirmək üçün öz strukturasını yenidənqurma xassəsinə malik olan və konstruktiv asılı olmayan qarşılıqlı əlaqəli elementlərin məcmusudur.

Gündəlik təcrübədə "sistem" sözü müxtəlif mənalarda istifadə edilə bilər, xüsusi halda:

*nəzəriyyə*, məsələn, Platonun fəlsəfə sistemi;

*təsnifat*, məsələn, D. İ. Mendeleeyevin kimyəvi elementlərin Dövrü sistemi;

*praktik fəaliyyətin tamamlanmış metodu*, məsələn, Stanislavski sistemi;

*təfəkkür fəaliyyətinin təşkilinin üsulu*, məsələn, hesablama sistemi;

*təbiətin obyektlərinin məcmusu*, məsələn, Günəş sistemi;

*cəmiyyətin bəzi xüsusiyyəti*, məsələn, siyasi sistem, iqtisadi sistem və s.;

*həyatın qurulmuş normalarının və davranışın qaydalarının məcmusu*, məsələn, qanunverici sistem və ya mənəvi dəyərlərin sistemi;

qanunauyğunluq ("onun hərəkətlərində sistem izlənilir");

konstruksiya ("yeni sistemin silahı"); və başqaları. Sistemlərin öyrənilməsiylə mühəndislik və elm sahələri, o cümlədən, sistemlərin nəzəriyyəsi, sistem analizi, sistemoloqiya, kibernetika, sistem mühəndisliyi, termodinamika, sistem dinamikası və s. kimi sahələr məşğul olur,



### Ədəbiyyat

1. Ə.Q.Abbasov “Əməyin mühafizəsi və elektrik təhlükəsizliyi”, “Elektrik təhlükəsizliyi”nə aid elektron dərslik 2019
2. R.Rəhimov, Q.Qafarov “Tibbi avadanlıqların diaqnostikası”, Bakı 2020
- 3.Манойлов В.Е. - Основы электробезопасности – Л.Энергоатомиздат, 1985, -384 с.
- 4.Медицинская электронная аппаратура для здравоохранения – под.ред. Утямышева, М.: Радио и связь, 1981 – 344