

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI ELM VƏ TƏHSİL NAZİRLİYİ

AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ

Məmmədov Həbib Azər oğlu

**KÖRPÜLÜ KRANIN YÜKQALDIRMA MEXANİZMİNDƏ YENİ İCRALI
KONSTRUKTİV HƏLLİN İŞLƏNMƏSİ VƏ TƏDQIQI**

mövzusunda

MAGİSTRİK DİSSERTASİYASI

İxtisas: 060625 - Texnoloji maşın və avadanlıqlar mühəndisliyi

İxtisaslaşma: Yükqaldırıcı maşınlar və avadanlıqlar

Elmi rəhbər: t.e.d., prof. Abdullayev Ayaz Hidayət oğlu

BAKİ-2023

	2
GİRİŞ	4
I FƏSİL. KÖRPÜLÜ KRANLAR. ONLARIN TƏYİNATI, TƏSNİFATI VƏ ƏSAS MEXANİZMLƏRİ	6
1.1. Körpülü kranların təsnifatı.....	6
1.2. Körpülü kranların əsas mexanizmləri.....	11
II FƏSİL. KÖRPÜLÜ KRANIN YÜKQALDIRMA MEXANİZMİNDƏ YENİ İCRALI KONSTRUKTİV HƏLLİN İŞLƏNMƏSİ VƏ TƏDQIQI	15
2.1. Yükqaldırıcı maşınların qaldırıcı mexanizmlərinin tormozlarının vəziyyətinə nəzarət üsulları.....	15
2.2. Mexanizmi işə salarkən ötürücü mühərrikinin sərf etdiyi enerjiyə görə tormoz momentinin təyin edilməsi.....	18
2.3. Yükqaldırıcı maşınların tormozlarındakı tormozlanma momentinin dəyişməsinin qiymətləndirilməsi.....	23
2.4. Əlavə tormozdan istifadə etməklə körpülü kranın yükqaldırma mexanizminin yeni icralı konstruktiv həllin işlənməsi və etibarlığının artırılması.....	31
NƏTİCƏLƏR	36
İstifadə olunmuş ədəbiyyatların siyahısı	38

GİRİŞ

Mövzunun aktuallığı. Hal-hazırda sənayenin demək olar ki, bütün sahələrində fəaliyyət göstərən müəssisələrdə yüklərin qaldırılıb-endirilməsi üçün müxtəlif tipli yükqaldırıcı-nəqliyyat maşınlarından istifadə olunur. Yükqaldırıcı-nəqliyyat maşınları yükürmə-yükboşaltma işləri ilə əlaqədar olan ağır işləri aradan qaldırmaqla yanaşı bu tipli işlərin avtomatlaşdırılması ilə sənaye müəssisəsinin məhsuldarlığını artırmağa imkan verir.

Körpülü kranlar ən çox yayılmış yükqaldırıcı avadanlıq növlərindən biridir. Onların spesifikliyi ondan ibarətdir ki, yükqaldırma mexanizmi olan arabacıq körpü boyunca - ucları kran yollarına söykənən eninə bir tir boyunca hərəkət edir. Belə bir yükqaldırıcı 1 tondan 500 tona qədər olan yükü 30 metr hündürlüyə qaldırmağa və onu eni 60 m-ə və uzunluğu yüzlərlə metrə qədər iş sahəsi daxilində hərəkət etdirməyə qadirdir. Əksər hallarda seriyalı istehsal olunan kranların yükqaldırma qabiliyyəti 1-100 ton, körpünün aşırımı isə 30 m-ə qədərdir. Bu cür qurğulardan istifadənin əsas çətinliyi ondan ibarətdir ki, kran relslərinin olması tələb olunur ki, bu da öz növbəsində iş sahəsinin konfigurasiyasına müəyyən məhdudiyyətlər qoyur. Qalan digər məsələlərdə bu kranların səmərəliliyi danılmazdır.

Hazırda istismarda olan bütün növ kranların, o cümlədən də körpülü kranların təhlükəsiz şəkildə işləməsini təmin edən ən əsas mexanizmlərdən biri də onun tormoz sistemidir. Beləki tormoz sistemi kranın yükqaldırma, eləcə də hərəkət mexanizmlərinin (kranın və arabacığın) vaxtında, səlis və etibarlı şəkildə işini dayandırmaqla qəza hallarının qarşısını almağa imkan verir. Bu baxımdan körpülü kranların tormoz sistemlərinin daim diqqətdə saxlanılması olduqca vacib əhəmiyyət kəsb edir.

Məlum olduğu kimi körpülü kranlar uzun müddətli istismar müddətinə malik olur. Bu istismar müddəti ərzində öz xidmət resursunu daha tez başa vuran mexanizmi adətən onun tormoz mexanizmi olur. Bu baxımdan tormoz mexanizmi daim diqqət mərkəzində saxlanılmalı, vaxtaşırı texniki qulluq işləri aparılmalı eləcə də onların etibarlılığının yüksəldilməsi üçün modernizasiyası aparılmalı və yeni konstruksiyaları təkliif olunmalıdır.

Qeyd olunan amilləri nəzərə alaraq təqdim olunan dissertasiya işinin mövzusunun olduqca aktual olduğunu Yükqaldırıcı maşınların tormozlarındakı tormozlanma momentinin dəyişməsinin qiymətləndirilməsi və əlavə tormozdan istifadə etməklə körpülü kranın yükqaldırma mexanizminin etibarlılığının artırılmasına ehtiyac vardır.

Tədqiqat işinin məqsədi. Təqdim olunan dissertasiya işinin əsas məqsədi körpülü kranın yükqaldırma mexanizmini işə salarkən ötürücü mühərrikinin sərf etdiyi enerjiyə görə tormoz momentinin təyin edilməsi, əlavə tormozdan istifadə etməklə körpülü kranın yükqaldırma mexanizminin etibarlılığının artırılmasından ibarətdir. Qeyd olunan məqsədlərə çatmaq üçün isə aşağıdakı əsas vəzifələrin icra olunması tələb olunur:

- Körpülü kranlar. Onların təyinatı, təsnifatı və əsas mexanizmləri;
- Yükqaldırıcı maşınların qaldırıcı mexanizmlərinin tormozlarının vəziyyətinə nəzarət üsulları
- Mexanizmi işə salarkən ötürücü mühərrikinin sərf etdiyi enerjiyə görə tormoz momentinin təyin edilməsi
- Yükqaldırıcı maşınların tormozlarındakı tormozlanma momentinin dəyişməsinin qiymətləndirilməsi
- Əlavə tormozdan istifadə etməklə körpülü kranın yükqaldırma mexanizminin etibarlılığının artırılması.

Tədqiqat metodları. Təqdim olunan dissertasiya işinin mövzusunun tədqiqi zamanı həm empirik, həm də nəzəri tədqiqat metodlarından geniş istifadə olunmuşdur. Belə ki, körpülü kranlar, onların təyinatı, təsnifatı və əsas mexanizmləri, eləcə də yükqaldırıcı maşınların qaldırıcı mexanizmlərinin tormozlarının vəziyyətinə nəzarət üsullarının öyrənilməsi zamanı faktların toplanması və seçilməsi, müşahidəetmə, onların arasında əlaqənin yaradılması kimi empirik metodlardan istifadə olunmaqla yanaşı, eyni zamanda da tədqiqatın məqsədyönlülüynü artırmaq məqsədi ilə ölçmə, müqayisə, deduksiya və induksiya eksperiment, analiz, sintez, kimi metodlardan da geniş istifadə olunmuşdur. Belə ki, analiz metodu kimi mövzu tam şəkildə götürülmüş

və daha sonra fasillərə bölünərək ayrı-ayrılıqda təhlil olunmuşdur. Daha sonra isə sintez metodu vasitəsilə bu fəsillər ümumi sistemdə birləşdirilmişdir. İnduksiya metodu vasitəsilə dissertasiya işi haqqında texniki faktlar toplanmış sistemləşdirilmiş və araşdırılmışdır. Sonra isə deduksiya metodu vasitəsilə isə həmin toplanmış faktlar əsasında nəzəri nəticələr, ümumi prinsiplər, başqa sözlə desək, əməli fəaliyyət üçün lazım olan zəruri tövsiyələr müəyyən edilmişdir.

İşin strukturu və həcmi. Dissertasiya işi girişdən, 2 fəsildən, nəticə və təkliflərdən ibarətdir. Tədqiqat işinin sonunda ədəbiyyat siyahısı verilmişdir.

I FƏSİL. KÖRPÜLÜ KRANLAR. ONLARIN TƏYİNATI, TƏSNİFATI VƏ ƏSAS MEXANİZMLƏRİ

1.1. Körpülü kranların təsnifatı

Körpülü kranlar ən çox yayılmış yükqaldırıcı avadanlıq növlərindən biridir. Onların spesifikliyi ondan ibarətdir ki, yükqaldırma mexanizmi olan arabacıq körpü boyunca - ucları kran yollarına söykənən eninə bir tir boyunca hərəkət edir. Belə bir yükqaldırıcı 1 tondan 500 tona qədər olan yükü 30 metr hündürlüyə qaldırmağa və onu eni 60 m-ə və uzunluğu yüzlərlə metrə qədər iş sahəsi daxilində hərəkət etdirməyə qadirdir. Əksər hallarda seriyalı istehsal olunan kranların yükqaldırma qabiliyyəti 1-100 ton, körpünün aşırımı isə 30 m-ə qədərdir. Bu cür qurğulardan istifadənin əsas çətinliyi ondan ibarətdir ki, kran relslərinin olması tələb olunur ki, bu da öz növbəsində iş sahəsinin konfigurasiyasına müəyyən məhdudiyyətlər qoyur. Qalan digər məsələlərdə bu kranların səmərəliliyi danılmazdır.

Çox universallığa və geniş imkanlara malik olması sayəsində körpülü kranlardan demək olar ki, hər yerdə istifadə olunur:

- istənilən sənaye müəssisələrində, o cümlədən. mədənçilik, təmir və s.,
- iri kənd təsərrüfatı komplekslərində,
- istənilən ölçüdə və istənilən təyinatlı anbarlarda,
- nəqliyyat və yükləmə terminallarında,
- ən müxtəlif tikinti və texniki xidmət sahələrində, o cümlədən də hidravlik qurğuların tikintisində.

Yükqaldırıcının quraşdırılmadığı hər hansı bir anbar, sex və ya hətta böyük avtomobil təmiri sexləri belə tapmaq həqiqətən olduqca çətinidir. Kiçik bir hündürlükdə və iş sahəsinin məhdud olduğu yerlərdə ağır yüklərin daşınması lazım olduqda, körpülü kranlar praktiki olaraq rəqibsizdir.

Dövlət standartı bütün körpülü kranların 2 qrupa bölünməsinə tələb edir: ümumi təyinatlı və xüsusi təyinatlı. Ümumi təyinatlı yükqaldırıcılar adətən qarmaq ilə təchiz edilir və stropla tutmaya (sapanlara) məruz qalan malların daşınmasını nəzərdə tutur.

Xüsusi təyinatlı kranlar isə dar profilli yük tutma cihazları ilə təchiz edilmişdir - məsələn, səpmə materiallarla işləmək üçün çalovlu qreyfer, metal məmulatları ilə

işləmək üçün elektromaqnitlər. Bundan əlavə, bəzi sənaye sahələri üçün qaldırıcı qurğular xüsusi konstruksiyada istehsal olunur və kimya, metallurgiya sənayesi və s. sahələrdə ətraf mühitin mənfi təsirlərinə qarşı əlavə qorunmaya malik olurlar.

Yüqkaldırıcının körpüsünün kran yollarına söykənməsi üsulundan asılı olaraq, kranlar dayaq və asma kranlara bölünür. Bundan əlavə, xüsusi olaraq həm də çatmalı kranları qeyd etmək lazımdır - əslində, çatmalı kranlar da eyni körpülü mexanizmlərə malik olurlar, fərq yalnız ondadır ki, onlar körpülü kran yolları boyunca hərəkət etdikləri dayaqların üzərində quraşdırılıblar.

Birtirli dayaqtipli kranlar. Dayaqlı kranın konstruksiyasında əsas fərq körpünün kran yolları üzərində yerləşməsidir. Körpülü tir təkərləri relslərə yuxarıdan söykənən uc tirlərə bərkidilir. Belə kranlar maksimum etibarlılıq və yükqötürmə qabiliyyəti ilə xarakterizə olunur, lakin onlardan istifadə ya binanın daşıyıcı divarlarına, ya da xüsusi quraşdırılmış dayaqlara (sütunlara) bərkidilməli olan xüsusi kran relslərinin quraşdırılmasını tələb edir.

Birtirli körpü kranı, ucları perpendikulyar şəkildə yerləşdirilmiş uc tirlərə söykənən, kran yolları boyunca hərəkət etmək üçün təkərlərlə təchiz olunmuş, adətən ikitavrlı və ya qutuşəkilli konstruksiyadan ibarət olan bir tirdən (körpüdən) ibarətdir. Qaldırıcı və yük arabası aralıq tirləri boyunca hərəkət edir.

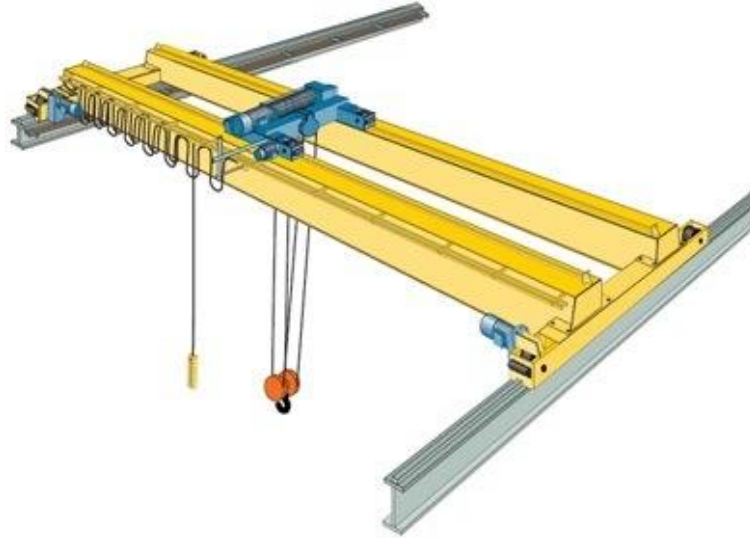


Şəkil 1.1.

Birtirli dayaq tipli kranı möhkəm konstruksiyaya və yüngül çəkiyə malik olur. Onların yükqötürmə qabiliyyəti adətən 1...10 ton arasında dəyişir (bəzi hallarda 20 tona qədər çatır).

İkitirli dayaq tipli kranlar. Ümumiyyətlə, ikitirli dayaq tipli kranın quruluşu birtirli kranla eynidir, burada yalnız körpü iki ədəd əsas tirdən ibarətdir və yük

arabacığı daha mürəkkəb bir quruluşa - körpünün yuxarı müstəvisi boyunca hərəkət edən xüsusi çərcivəyə malikdir. Bununla əlaqədar olaraq, ikitirli mexanizm daha dayanıqlıdır, daha yüksək yükləmə qabiliyyətinə (100 tona qədər), daha uzun xidmət müddətinə (20 ilə qədər), eyni zamanda daha ağır çəkiyə malik olur və birtirli dayaq tipli kranlarından əhəmiyyətli dərəcədə bahadır.



Şəkil 1.2.

Asma tipli birtirli kranlar. Asma tipli kranların konstruksiyasının spesifikliyi ondan ibarətdir ki, kran yollarının müstəvisi altında yerləşən körpü onlardan asılır və kran yollarının ikitavrli tirlərinin aşağı rəflərində təkərlərlə söykənir. Bu tirlər birbaşa binanın tavanına yapışdırıla bilər ki, bu da dayaq tipli kranlarla müqayisədə quraşdırmanı xeyli asanlaşdırır. Bununla belə, bu konstruksiya kran relslərinin yeyilməsini artırır və qaldırıcı kranın qaldırma qabiliyyətinə və etibarlılığına məhdudiyətlər qoyur. Bu da bir qayda olaraq belə kranların dayaq tipli kranlardan fərqli olaraq daha az yükləmə qabiliyyətli və daha az etibarlı olmasını şərtləndirir.



Şəkil 1.3.

Asma tipli ikitirli kranlar. Əksər hallarda asma tipli kranlar birtirli olaraq istehsal olunur, lakin onların konstruksiyası körpünün iki hissədən ibarət olması, lakin paralel olaraq bağlanmaması səbəbindən iş sahəsinin enini əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa imkan verir. Belə bir qaldırıcı iki paralel kran yoluna deyil, üç yola söykənmiş olur. Telfer, körpü tirlərinin aşağı qurşaqları boyunca hərəkət etdiyi üçün kran yolu onun trayektoriyasına mane olmur. Belə bir kranın iş sahəsi eninə doğru 24 m-ə çata bilər (birtirli asqı tipli kran üçün nəzərdə tutulan 15 m-ə nisbətən). Buna baxmayaraq, onun adi yük daşıma qabiliyyəti 1 tondan 10 tona qədər dəyişir.



Şəkil 1.4.

Yerdəyişmə imkanlarına görə. Adi, ən çox istifadə edilən universal körpülü yükqaldırıcı kranlar paralel kran yolları boyunca hərəkət edir. Ancaq iş sahəsinin konfigurasiyası və bu mexanizmin həll etmək üçün nəzərdə tutulduğu vəzifələr bəzən kran yollarının fərqli bir formasını və hərəkət metodunu tələb edir. Məsələn, dairəvi və ya sektor anbarlarında işləmək üçün fırlanan və ya radial körpülü kranlardan istifadə olunur - onların bir tərəfi bir qayda olaraq sabit şəkildə bərkidilmiş olur, digər tərəfi isə dairəvi (və ya sektorlu) kran yolu boyunca hərəkət edə bilər.

Yük qaldırma qabiliyyətinə görə. Körpülü kranın yük qaldırma qabiliyyəti onun əsas xarakteristikasıdır ki, bu da seçim zamanı bütün maşının ölçüsünə və konstruksiyasına böyük ölçüdə təsir göstərir. 1...20 tona qədər yük qaldırma qabiliyyətli kranlardan daha çox istifadə olunur, lakin bəzi hallarda yükqaldırma qabiliyyətinin 100 tona, bəzən isə hətta 500 tona qədər artırılması tələb olunur. Belə

qurğular demək olar ki, həmişə xüsusi sifarişlə istehsal olunur və onlardan müəyyən konkret bir iş yerində xüsusi tapşırıqları yerinə yetirmək üçün istifadə olunur.

İntiqalın növünə görə. Kranın hərəkətə gətirilmə üsuluna görə bütün qaldırıcı qurğular əl və elektrik intiqallı olaraq iki yerə bölünür. Aşağı çəkili yüklə işləyən kiçik kranlar üçün əsasən əl intiqallarından istifadə olunur və bu tamamilə kifayət edir. Belə burğulara adətən kiçik montaj və ya təmir sexlərində rast gəlmək mümkündür.

Lakin körpülü kranların konstruksiyasında daha tez-tez məhz elektrik intiqallarından istifadə olunur, çünki o, operator tərəfindən fiziki qüvvə tələbini tamamilə aradan qaldırmağa və eyni zamanda tez və asanlıqla istənilən ağırlıqdakı yüklərlə işləməyə imkan verir.

İş prinsipi. Kranın özü iş sahəsi boyunca relslər üzərində, qaldırıcı isə körpü üzərində eninə doğru istiqamətdə hərəkət edərək yükü şaquli istiqamətdə qaldırdığına görə, bu, iş sahəsini tam əhatə etməyə və yükün bir nöqtədən istənilən digər nöqtəyə daşınmasını təmin etməyə imkan verir.

Yüklə manipulyasiyalar uc tirlərə quraşdırılmış kranın hərəkət mexanizmi və yük arabacığının mühərriki reduktoru vasitəsilə, həmçinin qaldırıcının qaldırma mexanizmi ilə təmin edilir. Elektrik intiqallı körpülü kranın funksionallığını genişləndirmək üçün müxtəlif idarəetmə cihazları, müxtəlif yük tutucular və əlavə avadanlıqlardan istifadə edilə bilər. Məsələn, uzun ölçülü yüklərlə işləmək üçün ikinci yük arabacığı, müxtəlif mexanizmlərin işini sinxronlaşdırmaq üçün müxtəlif qurğular quraşdırıla bilər.

Körpülü kranın ümumi quruluşu. Bu kran özünün bütün növlərinə xas olan ümumi xüsusiyyətlərə malikdir. Bu, uc tirlərə söykənmiş olan körpünün və həmçinin yük arabacığı və ya qaldırıcının olmasıdır. Körpülü kranın quruluşu özündə əsas qovşaqlarda müxtəlif avadanlıqların - hərəkət mexanizmlərinin, yükqaldırıcı mexanizmlərin və tormozlama mexanizmlərinin yerləşməsinə nəzərdə tutur.

Əsas qovşaqlar. Aralıq tirin (və ya körpünün) olması körpülü kranların konstruksiyasını və əsas funksiyalarını əvvəlcədən müəyyən edən spesifik, ən çox gözə çarpan fərqləndirici xüsusiyyətdir. Körpü bir və ya iki tirdən ibarət ola bilər. Onlar, bir qayda olaraq, ikitavrlı və ya qutu şəkilli konstruksiyaya malik olmaqla yanaşı, həm də

gücləndirici elementlərə malik ola bilərlər. Onlar qaynaq yolu ilə yüksək möhkəmlikli poladdan hazırlanırlar.

5 tona qədər yükqaldırma qabiliyyəti olan kranlar üçün uc tirlər də həmçinin polad profildən (ikitavr) hazırlanır. Daha yüksək yükötürmə qabiliyyəti olan qurğular üçün yenə də qaynaq yolu ilə qutuşəkilli profilərdən hazırlanır. Uc tirlərdə kranın hərəkət mexanizmi quraşdırılır ki, bu da onun kran yolları boyunca hərəkətini təmin edir.

1.2. Körpülü kranların əsas mexanizmləri

Kran mexanizmlərinə kranın hərəkətini, yükün tutulmasını və qaldırılmasını, kranın idarə edilməsini və eləcə də onun istifadəsinin təhlükəsizliyini təmin edən avadanlıqlar daxildir. Onların seçimi körpülü kranın konstruksiyası və məqsədi, həmçinin onun əsas xüsusiyyətləri (yük qaldırma qabiliyyəti, iş rejimi və s.) ilə müəyyən edilir. Körpülü kran mexanizmlərini şərti olaraq əsas (cihazın ümumi funksionallığını müəyyən edənlər) və əlavə (sifarişçinin istəyi ilə quraşdırıla bilən) mexanizmlərə bölmək olar.

1. İntiqal.

Kranın hərəkətinə imkan verən bu mexanizm, ən geniş yayılmış halda, işçi (və ya uc) tirlərin uclarında quraşdırılmış bir neçə təkər dəstindən, həmçinin mexanizmi hərəkətə gətirən mühərrikdən (reduktordan) ibarətdir. Dayaqli kranın uc tirlərinin təkərləri yuxarıdan kranın alt yollarına söykənmiş olur. Asma tipli kranların təkərləri kran yolunun ikitavrli tirinin aşağı qurşağı boyunca hərəkət edir.

2. Qaldırıcı mexanizm.

Körpülü kranlarda yükün qaldırılmasına və endirilməsinə cavabdehliyi yük arabasına quraşdırılmış mobil və ya stasionar bir elektrik qaldırıcı daşıyır. Daha böyük yük qaldırma qabiliyyəti olan kranlarda, elektrik mühərrikindən başqa reduktoru, transmissiya valı (ötürmə şaftı), barabanı, blokları və kanatları olan qaldırıcı mexanizmlərdən daha çox istifadə olunur.

3. Yük arabacığı.

Yük arabacığından, adətən yüksək yük qaldırma qabiliyyətli kranlarda istifadə olunur və üzərində körpünün hərəkət mexanizmləri, eləcə də yük qaldırma

mexanizmləri quraşdırılmış qaynaqlı çərçivəni əks etdirir. Bəzi qurğularda hətta bir deyil iki yük arabacığı da quraşdırıla bilər.

4. Tormozlama sistemi.

İstənilən vəziyyətdə kranın hərəkətini dayandırmaq, istənilən vaxt yükün qaldırılmasını və ya endirilməsini dayandırmaq, istənilən nöqtədə saxlamaq imkanı olmadan kranın funksionallığı tam olmayacaq. Bu, tormozlama sistemindən istifadə etməklə əldə edilir.

Təhlükəli yüklərlə (zəhərli və ya partlayıcı maddələr, ərimiş metallar və s.) işləmək üçün 2 müstəqil tormoz sistemi quraşdırıla bilər.

5. Elektrik avadanlıqları

Körpülü kranın enerji təchizatı və işıqlandırılması daha ağır iş şəraiti şərtlərinə görə digər növ kranlara nisbətən daha etibarlı və güclü avadanlıqlar tələb edir:

- çox intensiv iş rejimi (növbə ərzində 1000-ə qədər işə salma),
- sürətlənmə və yavaşlama zamanı avadanlıqlara daha çox yük düşməsi,
- iş rejimində dəyişikliklərin daha yüksək tezliyi (sürətin dəyişməsi və s.).

Nəticədə, dayaqtipli körpülü elektrik kranı özündə elektrik avadanlıqlarının tam bir dəstini əks etdirir. Bura hətta ən sadə halda belə aşağıdakılar daxildir:

- 4 elektrik mühərriki: 2-i uc tirlər üçün, 1-i qaldırıcının hərəkət etməsi, yerdəyişməsi üçün və 1-də yükün qaldırılması üçün,
- Yükqaldırıcının idarəetmə sistemi: işə salma düymələri, relelər, uzaqdan idarəetmə pultu, tezlik çeviriciləri və s.,
- Qoruyucu sistem –qoruyucular, istilik ölçən relelər (termo rele) və s.,
- Tormozlama (əyləc) cihazları.

Bundan əlavə, kranın enerji təchizatı sistemi də fərqli konstruksiyaya malik ola bilər. Hal-hazırda bu daha çox vaxtlarda trolley sistemləridir - xüsusi qoruyucu plastik gövdələrdə yerləşdirilmiş cərəyan keçiriciləri, cari kollektorlar və s. Kiçik ölçülü və yükqaldırma qabiliyyəti aşağı olan ən sadə qaldırıcı qurğular kabel asma sistemi ilə təchiz oluna bilər.

Körpülü kranda həmçinin, köməkçi elektrik avadanlıqları məsələn - işıqlandırma cihazları, qızdırıcılar, signal cihazları, ölçmə cihazları və s.

Əlavə avadanlıqlar

Kranda əlavə sistemlərin və cihazların quraşdırılması onun işinin səmərəliliyini və işçilərin təhlükəsizliyini artırmağa, yükqaldırıcının idarə olunmasını yaxşılaşdırmağa və mexanizmlərinin aşınmasını azaltmağa imkan verir.

Yükqaldırma məhdudlaşdırıcısı kranın həddindən artıq yüklənməsindən sığortalanmağa və işin təhlükəsizliyini artırmağa imkan verir - yükün çəkisi icazə verilən həddən yuxarı olduqda avtomatik olaraq qaldırıcı qurğunu söndürür.

Kran tərəziləri yükün çəkisinə dəqiq nəzarət etməyə imkan verir - onlar yük tutucuya quraşdırılır və elektron displeydə yükün çəkisini real vaxt rejimində göstərir. Radio nəzarət yükün idarə edilməsində daha çox sərbəstlik təmin edir, sallanan kabledən qurtulmağa imkan verir, yükün dəqiq yerləşdirilməsini təmin edir.

Tezlik çeviricisi elektrik mühərrikinin iş rejimini yaxşılaşdırır - onu əyilmələrdən və həddindən artıq yüklənmədən azad edir, mühərrikin ömrünü uzadır və əməliyyatın təhlükəsizliyini və dəqiqliyini artırır, texniki xidmət və təmir xərclərini azaldır.

İdarəetmə sxemi

Körpülü kranın idarə edilməsi həm yerdən həm də krançının kabinəsindən həyata keçirilə bilər. Yükqaldırıcının yerdən, yəni uzaqdan idarə edilməsi zamanı pultdan və ya radio idarəetmə cihazından istifadə olunur. Uzaqdan idarəetmə, krançı olmadan yalnız bir operatoru ştata cəlb etməklə yükqaldırıcını idarə etməyə imkan verir.

Körpülü kranın quraşdırılması (montajı). Körpü yükqaldırıcı qurğu iş platformasının tamamlanmasını tələb edir - kranın hərəkəti üçün müvafiq yolun çəkilməsi lazımdır. Rəslərdən ibarət yol xüsusi bir kran estakadasına quraşdırıla bilər və ya onun tikintisi üçün binanın döşəməsi, sütunları və dayaqlarından istifadə oluna bilər.

3 montaj variantından istifadə olunur:

a) Elementə görə (addım-addım). Kran qurğularının yığılması kran altı yolların yuxarı hissəsində aparılır.

b) İri bloklu - belə demək mümkünsə böyüdülmüş montaj. Montaj üçün hündürlüyə əvvəlcədən aşağıda yığılmış böyük fraqmentlər (mexanizmlər, elektrik avadanlıqları, qovşaqlar) qaldırılır.

c) Tam bloklu - körpünün döşəmədə tam olaraq yığılması. Yığılmadan sonra konstruksiya bütöv olaraq qaldırılıra qran yollarına quraşdırılır. Bu üsul güclü texniki avadanlıqlardan istifadəni tələb edir.

Körpülü kranın əsas parametrləri aşağıdakılardır:

1) yük qaldırma qabiliyyəti - təyin edilmiş istismar şəraitində kranın qaldıra və daşıya biləcəyi yükün maksimum çəkisidir. Yük qaldırma qabiliyyətinin qiymətinə yükü daşımaq üçün istifadə olunan çıxarıla bilən yükdaşıyan qurğuların və qabların kütləsi daxildir;

2) aşırımı - kranın xidmət etdiyi zonanın ölçüsünü xarakterizə edən kran yolunun relslərinin oxları arasındakı üfüqi məsafədir.

3) yükqaldırma hündürlüyü - kranın dayanma səviyyəsindən yuxarı vəziyyətdə olan yüktutucu tərtibata qədər olan məsafədir.

4) endirmə dərinliyi - kranın dayanacağı səviyyəsindən aşağı iş vəziyyətində olan yüktutucu tərtibata qədər olan şaquli məsafədir.

5) baza - yol boyunca ölçülən kranın dayaq oxları arasındakı məsafədir.

Kranların və maşınların (A1 - A8), eləcə də onların mexanizmlərinin (M1 - M8) təsnifat qrupları (iş rejimləri) "Yükqaldıran kranların quruluşu və təhlükəsiz istismarı qaydaları"na uyğun olaraq müəyyən edilir və bu məlumatlar kranın və ya maşının pasportunda göstərilmiş olur.

Bütövlükdə kranın iş rejimi müəyyən bir xidmət müddəti üçün tsiklin maksimum sayının qiyməti ilə xarakterizə olunan istifadə müddətindən (U0 - U9) və yük rejimindən (Q1 - Q4) asılıdır.

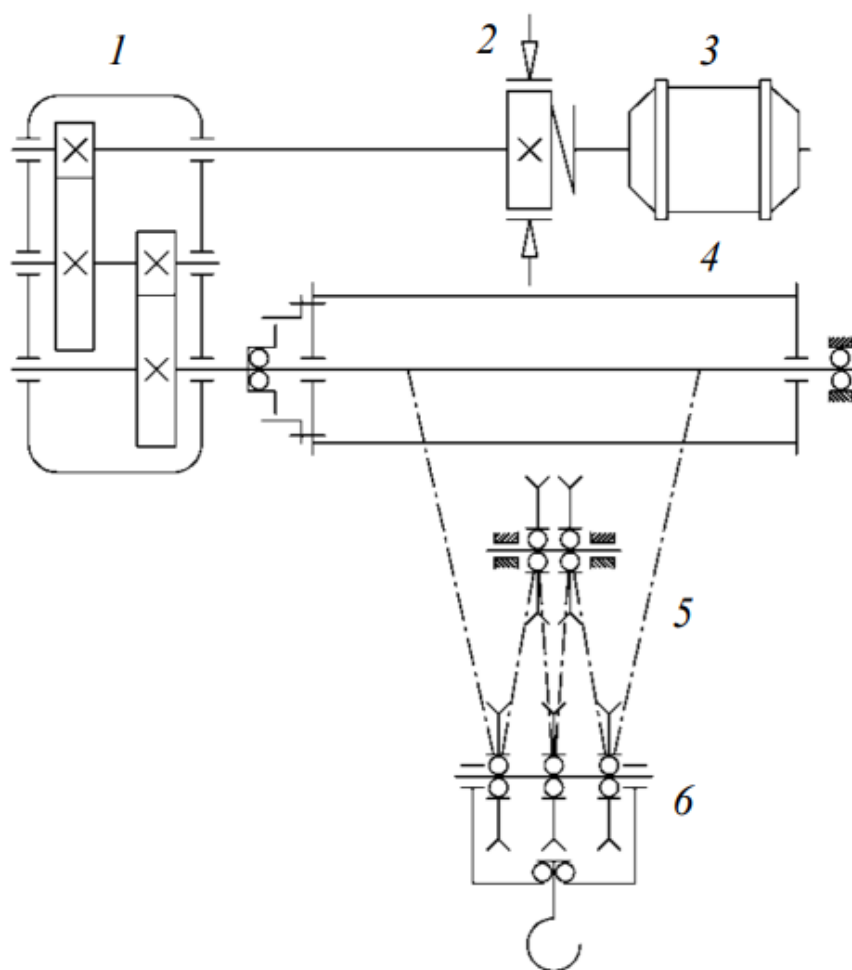
Mexanizmin iş rejimi mexanizmin ümumi istifadə müddəti ilə xarakterizə olunan istifadə sinfindən (T0 - T9) və yük rejimindən (L 1 - L 4) asılıdır.

Yük rejimi, "Yükqaldırıcı kranların quruluşu və təhlükəsiz istismarı qaydaları"na verilmiş yükün paylanması əmsalının qiyməti ilə xarakterizə olunur.

II FƏSİL. KÖRPÜLÜ KRANIN YÜKQALDIRMA MEXANİZMİNDƏ YENİ İCRALI KONSTRUKTİV HƏLLİN İŞLƏNMƏSİ VƏ TƏDQIQI

2.1. Yükqaldırıcı maşınların qaldırıcı mexanizmlərinin tormozlarının vəziyyətinə nəzarət üsulları

Yükləri qaldırmaq və endirmək üçün quraşdırılmış mexanizmlərə, yükqaldırıcı mexanizm deyilir. Bu mexanizm demək olar ki, bütün qaldırıcı maşınların tərkib hissəsini təşkil edir. Elektrik kranın yükqaldırıcı mexanizmi (şəkil 2.1), bir qayda olaraq, elektrik mühərriki, mufta, tormoz, reduktor, baraban və qarmaq asqısından ibarət olur.



Şəkil 2.1. Yük qaldırma mexanizminin kinematik sxemi:

1 - reduktor; 2 - tormoz; 3 - elektrik mühərriki; 4 - baraban; 5 - qaldırıcı zəncir; 6 - qarmaq asqısı

Tormoz, işin etibarlılığını və təhlükəsizliyini təyin edən yükqaldırıcı maşınların (YQM) ən kritik hissələrindən biridir. YQM-in qaldırıcı mexanizminin tormozu

verilmiş tormoz təhlükəsizliyi əmsalı ilə yükü dayandırmaq və saxlamaq üçün nəzərdə tutulmuşdur. Anormal işləmə və ya tormozdakı nasazlıq qəzalara səbəb ola bilər. Tormoz momentinin qiyməti M_t elə hesablanır ki, yük istənilən şəraitdə etibarlı şəkildə tormozlansın və asılmış vəziyyətdə saxlanılsın. Bunun üçün tormoz momenti həmişə tormoz valında ən böyük yükün yaratdığı statik qiymətdən, yəni tormozlanmada ehtiyat əmsalından çox olmalıdır. Tormozlanmada təhlükəsizlik əmsalı normativ sənədlərlə tənzimlənir və mexanizmin konstruksiyasından, eləcə də onun iş rejimindən asılıdır. Yükqaldırıcı mexanizmlər üçün tormozlanmada təhlükəsizlik əmsalı ən azı 1,5 hesab edilir.

İşləmə prosesində zamanı tormoz momentinin qiyməti tormoz qəliblərinin yeyilməsi, tormoz qasnağına yağ və ya suyun daxil olması, tormoz elementlərinin qırılması və s. səbəbindən dəyişə bilər. Tormozlamada təhlükəsizlik əmsalının tələb olunan qiymətlərinə uyğunlaşdırılması təmir zamanı tormozu tənzimləməklə həyata keçirilir. Tormozu tənzimləyərkən aşağıdakı ardıcılığa əməl etmək lazımdır:

- elektromaqnit lövbərin və ya elektrohidravlik itələyicili ştokun normal gedişini (tormoz ötürücüsünün növündən asılı olaraq) müəyyən edilir;
- qəlibin qasnağdan aralanmasını və bərabər şəkildə uzaqlaşmasını tənzimlənir;
- qapayıcı yayın tələb olunan uzunluğunu təyin edilir.

Tormoz momentinin qiymətini istehsalçı zavodun tövsiyələrinə uyğun olaraq qapayıcı yayın quraşdırma uzunluğu ilə tənzimlənir. Qapayıcı yayın uzunluğu haqqında məlumat olmadıqda, tormoz maksimum yüklə uyğun olaraq tənzimlənir. Bu halda, yükün səlis (təkənsiz) dayanması təmin edilməlidir.

Faktiki tormoz momentinin qiyməti tormoz parametrindən asılıdır və istismar zamanı kran operatoru tərəfindən subyektiv olaraq idarə olunur. Tormozun səhv tənzimlənməsi və diaqnostikası ehtimalını istisna etmək olmaz, məsələn bu, xidmət personalının aşağı kvalifikasiyalı olması və ya öz vəzifələrinə diqqətsizlik səbəbindən baş verə bilər.

Yuxarıda göstərilənlərə əsaslanaraq, tormoz qurğularının nasazlığı ilə əlaqədar fəvqəladə halların aradan qaldırılması üçün tormoz momentinin qiymətinə avtomatik nəzarət metodlarının işlənilməsi və onların yük qaldırma strukturlarının

mürəkkəb mikroprosessor əsaslı təhlükəsizlik sistemlərində istifadəsi aktual məsələlərdən biridir.

Tormoz vəziyyətinə nəzarət üsullarının yaradılması, yükqaldırma mexanizminin işə salınması və söndürülməsi zamanı onun dinamik iş rejimlərinin öyrənilməsini tələb edir, çünki qərarlaşmış rejimlərdə yükü qaldırarkən və ya endirərkən tormoz açıqdır və tormoz momenti yaratmır.

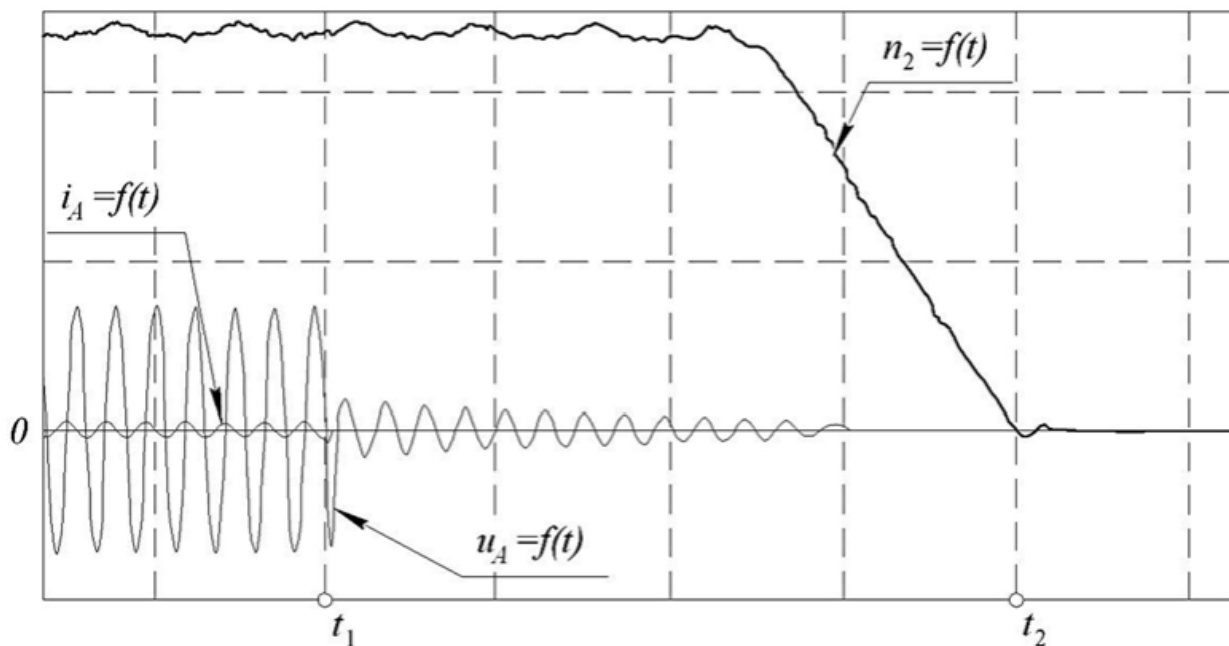
Eksperimental və nəzəri tədqiqatlar nəticəsində tormoz momentinin qiymətini xarakterizə edən bir neçə asılılıq müəyyən edilmişdir. Bu asılılıqlar aşağıdakılardır:

- mexanizmin tormozlanma vaxtına görə;
- mexanizmi işə salarkən ötürücü mühərrikin sərf etdiyi enerji ilə;
- mexanizmin sürətlənmə sürətinə görə;
- boş işləmə zamanı və tormozun qısamüddətli qapanması zamanı mühərrik tərəfindən şəbəkədən istehlak edilən güc fərqinin iş prosesində dəyişməsi ilə.

Mexanizmin tormozlanması vaxtına görə tormozlama momentinin təyin edilməsi. Şəkil 2.2-də qaldırıcı mexanizm dayandıqda mühərrikinin stator sarğılarının fazalarından birinin dövrəsində rotorun fırlanma tezliyi n_2 , cərəyan i_A və faza gərginliyi u_A -nın zamandan asılılıqları göstərilmişdir. t_{3M} tormozlanma vaxtı ötürücü mühərrik t_1 -in söndürüldüyü andan t_2 dayandığı ana qədər hesablanır.

Tormozlanma vaxtının $t_{3M} = f(M_T)$ tormoz momentinin qiymətindən asılılığını qurmaq üçün (şəkil 2.6) körpülü kranın tam miqyaslı modeli üzərində eksperimental tədqiqatlar aparılmışdır. Təcrübə özündə t_{3M} mexanizminin qarmaq asqısını yük olmadan endirdiyi və M_T tormoz momentinin müxtəlif qiymətləri zamanı tormozlanma vaxtının ölçülməsini əks etdirir. Müəyyən sayda eksperimental məlumat nöqtələrinin müəyyən edilməsi nəticəsində $t_{3M} = f(M_T)$ asılılığının qrafiki qurulmuşdur (şəkil 2.6).

Bu metodun praktiki həyata keçirilməsi məqsədi ilə $t_{3M} = f(M_T)$ asılılığı ilə qurulmuş əyri mikroprosessor qurğusunun yaddaşında saxlanılaraq sonradan tormoz momentinə təyin etmək üçün istifadə oluna bilər.



Şəkil 2.2. Yükqaldırıcı mexanizmin dayanması

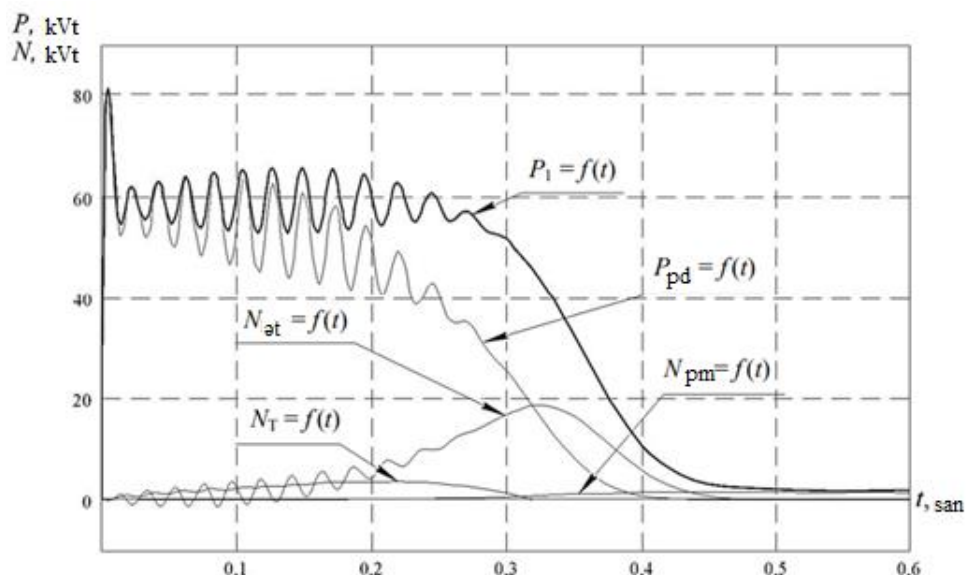
2.2. Mexanizmi işə salarkən intiqal mühərrikinin sərf etdiyi enerjiyə görə tormoz momentinin təyin edilməsi

Mühərrikin sürətləndirilməsi zamanı baş verən proseslərin enerji təhlili göstərir ki, tormoz momentinin qiyməti elektrik mühərrikinin şəbəkədən sərf etdiyi aktiv güc olan P_I -dən asılıdır.

Riyazi modelləşdirmə vasitəsilə faydalı işlərin yerinə yetirilməsi və itkilərin örtülməsi üçün qaldırma mexanizmində sərf olunan gücün asılılıqları əldə edilmişdir (şəkil 2.3). P_I gücünü aşağıdakı aşağıda verildiyi kimi təyin etmək olar:

$$P_1 = N_y + N_{\text{ət}} + N_T + P_{pd} + N_{pm} \quad (2.1)$$

burada N_y - yükün qaldırılmasına sərf olunan güc; $N_{\text{ət}}$ - qaldırıcı mexanizmin mühərrikinə işə salarkən ətalət momentini aradan qaldırmaq üçün sərf olunan güc; N_T - tormoz momentini dəfətmək üçün sərf olunan güc; P_{pd} - elektrik mühərrikində elektrik itkilərini dəf etmək üçün sərf olunan güc; N_{pm} isə qaldırma mexanizmində itkiləri örtmək üçün sərf olunan gücdür.



Şəkil 2.3. Qarmaq asqısının yüksüz endirilməsi zamanı gücün paylanması

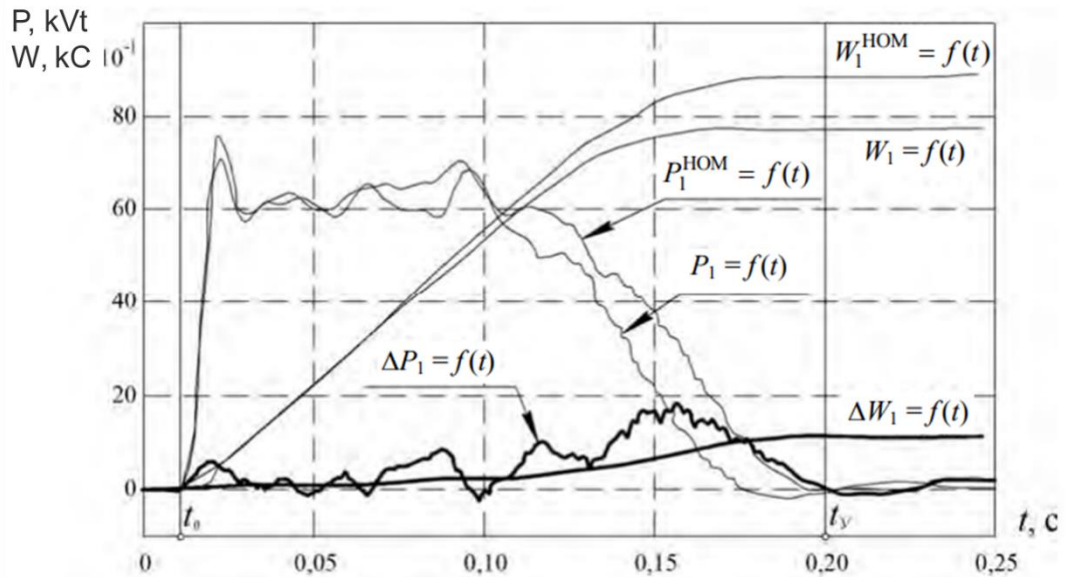
Şəkil 2.3 -də göstərilən əyrilərin altındakı sahələr sərf olunan işə uyğundur. (2.1) tənliyinin hər iki tərəfini inteqrallasaq, onda

$$\int P_1 dt = \int (N_y + N_{\text{ət}} + N_T + P_{pd} + N_{pm}) dt,$$

$$W_1 = A_y + A_{\text{ət}} + A_T + W_{pd} + A_{pm},$$

burada, W_1 - elektrik mühərrikinin qidalanma şəbəkəsindən sərf etdiyi elektrik enerjisinin qiyməti; A_y - yükün qaldırılmasına sərf olunan iş (mexaniki iş); $A_{\text{ət}}$ - mühərriki işə salarkən ətalət momentini aradan qaldırmaq üçün sərf olunan iş; A_T - tormoz momentini aşmaq üçün sərf olunan iş; W_{pd} - elektrik mühərrikində itkiləri örtmək üçün sərf olunan enerji; A_{pm} isə qaldırma mexanizmində itkiləri örtmək üçün sərf olunan işdir.

Tormoz momentinin müəyyən edilməsi A_T işinin hesablanması ilə mümkündür, lakin bu işin W_1 mühərriki tərəfindən sərf edilən enerjinin ümumi qiymətindən ayrılmasını nəzərdə tutan alqoritmin texniki olaraq həyata keçirilməsi çətindir. Bu problem qarmaq asqısını yüksüz endirərkən W_1 -i ölçməklə həll edilə bilər. Bu halda, sərf olunan elektrik enerjisinin komponentləri (A_y , $A_{\text{ət}}$, W_{pd} , A_{pm}) praktiki olaraq dəyişməzdir və W_1 dəyəri A_T -nin işindəki dəyişikliyə mütənasibdir. Başqa sözlə desək, qarmaq asqısını yük olmadan endirərkən W_1 qiyməti tormoz momentinin M_T qiymətinə mütənasibdir.



Şəkil 2.4. Mühərrikin sürətləndirilməsi proseslərinin energetik analizi

W_1 elektrik mühərrikinin sərf etdiyi enerjiyə görə M_T tormoz momentinin qiymətini təyin etmək üçün mikroprosessor qurğusunun yaddaşında aşağıdakı əlaqəni saxlamaq lazımdır: $\Delta W_1 = f(M_T)$ (şək. 6). Bu asılılıqda ΔW_1 aşağıda verilmiş ifadə ilə müəyyən edilir:

$$\Delta W_1 = W_1^{nom} - W_1 = \int_{t_0}^{t_y} (P_1^{nom} - P_1) dt = \int_{t_0}^{t_y} \Delta P_1 dt$$

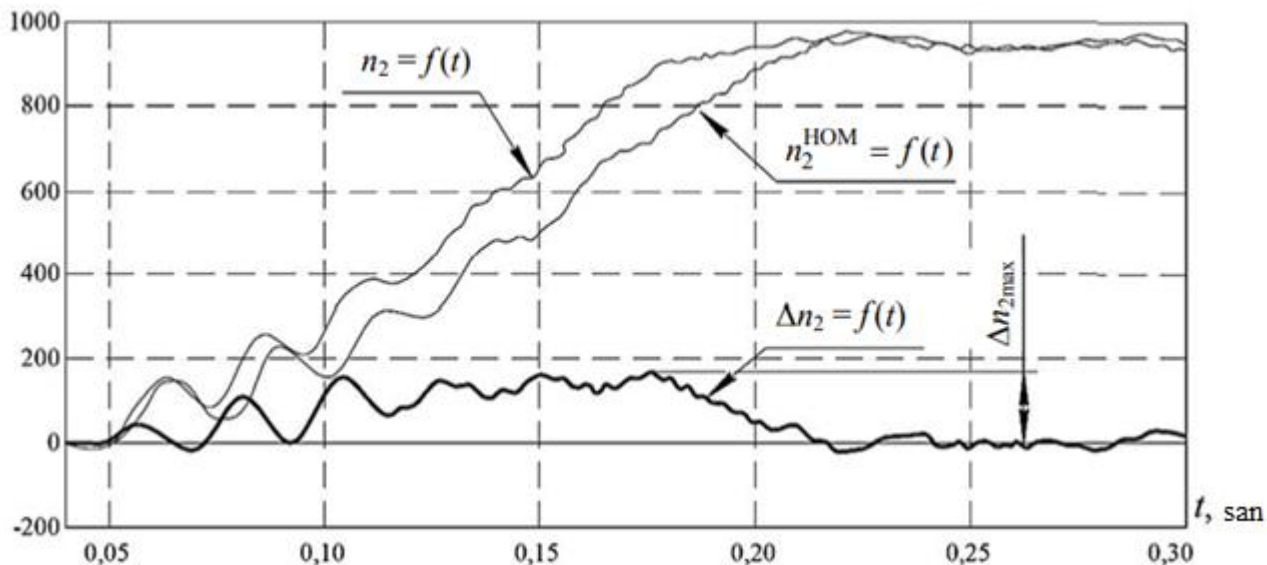
burada W_1^{HOM} , P_1^{HOM} - tormozlama zamanı nominal qiymətə nizamlanmış mühərrik tərəfindən sərf edilən enerji və gücdür; W_1 , P_1 - faktiki (adətən nominaldan fərqli) tormoz momentində mühərrik tərəfindən sərf edilən enerji və güc; t_0 - elektrik mühərrikinin işə düşmə vaxtı; t_y - elektromexaniki keçid proseslərin bitmə vaxtıdır.

Şəkil 2.4-də eksperimental $P_1^{nom} = f(t)$, $P_1 = f(t)$ və hesablanmış $\Delta P_1 = f(t)$, $W_1^{nom} = f(t)$, $W_1 = f(t)$, $\Delta W_1 = f(t)$ asılılıqları verilmişdir.

Tormoz momentinin nominal qiymətdən sapması ΔW_1 qiymətinə mütənasib olacaq, onun qiyməti $\Delta P = f(t)$ əyrisinin altındakı sahəyə bərabərdir (şəkil 2.4).

Mexanizmin sürətlənməsinə görə tormoz momentinin təyin edilməsi. Tormoz momentinin M_T qiyməti mühərrikin qovulma sürətinə birbaşa təsir göstərir. Nominal tormoz momentində alınan $n_2^{nom} = f(t)$ və nominaldan fərqli olan tormoz momentində

alınan $n_2 = f(t)$ asılılıqlarını (şəkil 2.5) təhlil edərək belə nəticəyə gəlmək olar ki, M_T tormoz momentinin qiyməti $\Delta n_{2\max}$ qiymətinə mütənasibdir (burada $\Delta n_2 = n_2 - n_2^{\text{nom}}$).



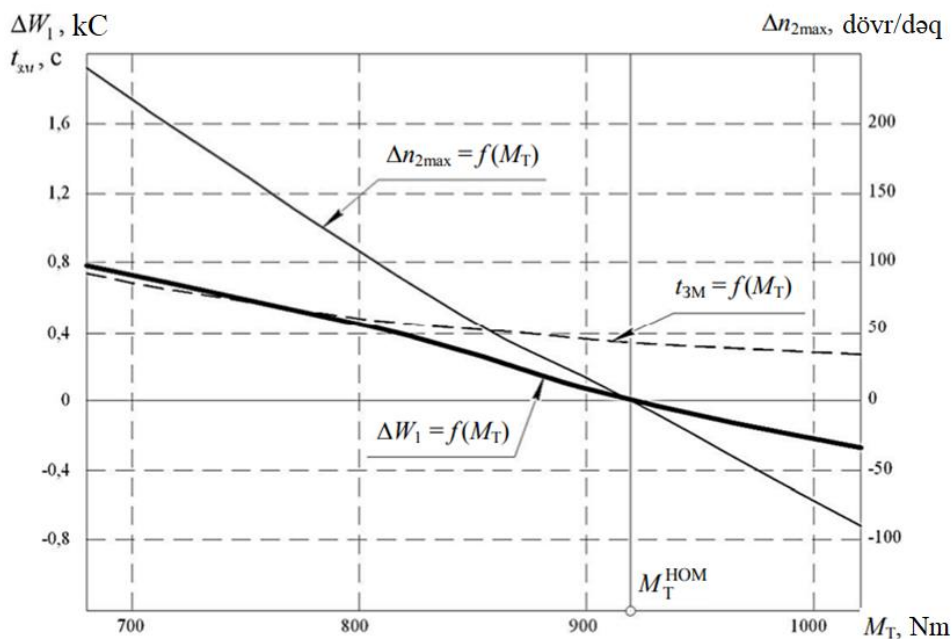
Şəkil 2.5. $\Delta n_{2\max}$ kəmiyyətinin təyin edilməsi

Tormoz momentinin bir neçə fərqli qiyməti üçün $\Delta n_{2\max}$ kəmiyyətlərini təyin edərək, $\Delta n_{2\max} = f(M_T)$ asılılığını qurmaq mümkündür.

Körpülü kranın tam miqyaslı modeli üzrə eksperimental tədqiqatlar zamanı əldə edilən $t_{3M} = f(M_T)$, $W_I = f(M_T)$ və $\Delta n_{2\max} = f(M_T)$ asılılıqları (qaldırma mexanizminin tormozu - elektrohidravlik itələyici ilə idarə olunan TKΓ-300 avtomatik normal qapalı tormozdur) şəkil 2.6- da göstərilmişdir. Şəkil 2.6 - da təsvir olunmuş M_T^{nom} M_T nöqtəsi tormoz momentinin nominal qiymətinə uyğundur.

Tormoz momentinin qiymətini müəyyən etmək üçün yuxarıda göstərilən üsullar özündə, praktiki həyata keçirmək üçün mikroprosessor cihazının yaddaşında $T_{3M} = f(M_T)$, $W_I = f(M_T)$ və ya $\Delta n_{2\max} = f(M_T)$ xəttiləşdirilmiş asılılığın formalaşmasını nəzərdə tutur (seçilmiş metoddan asılı olaraq).

- 1) tormozun nominal qiyməti zamanı ($M_T = M_T^{\text{nom}}$);
- 2) tormoz ayrılmış olduğu vəziyyətdə ($M_T = 0$).

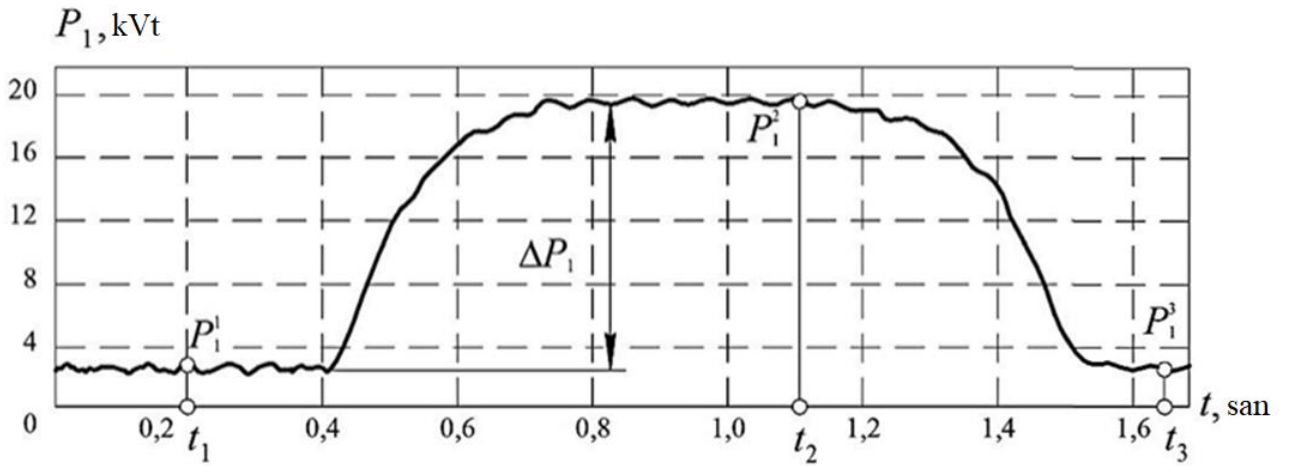


Şəkil 2.6. Tormoz momentindən asılı olaraq t_{3AM} , ΔW_1 və Δn_{2max} kəmiyyətlərinin asılılığı

Tormoz momentinin qiymətini qarmaq asqısını yüksüz endirərkən ölçmək məsləhətdir. Cihazın iş alqoritmi, tormoz momentinin qiyməti M_T^{nom} -dan çox və ya az ola bilən əvvəlcədən müəyyən edilmiş həddi qiymətlərinə çatdıqda iş hərəkətlərinin məhdudlaşdırılmasını təmin edə bilər.

Boş rejimdə və eləcə də qısamüddətli tormoz qapanması baş verdiyi zamanda mühərrik tərəfindən şəbəkədən sərf edilən güc fərqi istismar prosesində dəyişdirilməsi ilə tormoz momentinin müəyyən edilməsi. Elektrik mühərriki tərəfindən şəbəkədən sərf edilən P_1 aktiv gücü mühərrikin valına ötürülən müqavimət momentindən asılıdır. Bununla əlaqədar olaraq qısamüddətli tormoz qapanması zamanı P_1 aktiv enerji sərfiyyatına uyğun olaraq elektrik intiqallı qaldırıcı mexanizmin tormoz momentini qiymətləndirmək mümkündür. Bu halda, məhdud hesablama resursları olan mikroprosessorada real vaxt rejimində qaldırıcının işini qiymətləndirmək üçün ən sadə alqoritmi də həyata keçirmək mümkündür.

Metodun mahiyyəti üç xarakterik nöqtə olan t_1 , t_2 və t_3 -də sərf edilmiş P_1^1 , P_1^2 və P_1^3 aktiv gücün müvafiq qiymətlərini ölçməkdən (şəkil 2.7) və bu qiymətləri bir-biri ilə müqayisə etməkdən ibarətdir.



Şəkil 2.7. Qaldırıcı mexanizmin işləməsi və qısamüddətli tormoz qapanması zamanı

P_1 aktiv enerji sərfiyyatının osilloqramı

t_1 nöqtəsi ötürücü əməliyyatı zamanı tormoz qapanma signalının verildiyi ana, t_2 - tormoz bağlı vəziyyətdə olduqda mexanizmin işinə, t_3 momenti isə tormoz açıldıqdan sonra ötürücü əməliyyatına uyğun gəlir.

Tormoz momenti aşağıda verilmiş ifadə ilə müəyyən edilən ΔP_1 qiymətinə mütənasibdir

$$\Delta P_1 = P_1^2 - P_1^1$$

İstismar zamanı M_T -nin nominal qiymətdən sapması $\Delta P_I^{\text{nom}}/\Delta P_1$ nisbəti ilə müəyyən edilir, burada ΔP_I^{nom} - nominal tormoz momentində təyin olunan və cihazın yaddaşında saxlanılan qiymətdir. M_T -nin nominal dəyərdən həddindən artıq sapması, həmçinin P_I^2 və P_I^3 dəyərlərində əhəmiyyətli fərq tormozda nasazlığın olduğunu göstərir.

Tormoz cihazlarının işinə nəzarət etmək üçün nəzərdən keçirilən üsullar qaldırıcı maşınların mürəkkəb təhlükəsizlik sistemlərində istifadə üçün tövsiyə olunur və məqsəd qaldırıcı avadanlıqların təhlükəsizlik və istismar etibarlılığının səviyyəsini yüksəltməyə yönəldilmişdir.

2.3. Yükqaldırıcı maşınların tormozlarındakı tormozlanma momentinin dəyişməsinin qiymətləndirilməsi

Yükqaldırıcı maşınların (YQM) istismarının səmərəliliyinin təmin edilməsi problemi bu maşınların mexanizmlərinin, komponentlərinin və hissələrinin iş xüsusiyyətlərini qiymətləndirmək üçün hesablama metodlarının yaradılması zərurəti

ilə əlaqədardır. Bu, tam olaraq YQM-in tormoz qurğularına aiddir. İstismar xüsusiyyətlərini qiymətləndirmək üçün nəzərdə tutulan metodologiyanın inkişafı, yeni və mövcud mövcud tormozların layihələndirilməsi mərhələsində onların müəyyən edilmiş texniki xidmət və təmiri zamanı işinin effektivliyini proqnozlaşdırmağa imkan verəcəkdir. Bu qurğuların istismar xassələrini müəyyən edən əsas göstəricilərdən biri tormoz momentidir.

Yükqaldırıcı maşınların (YQM) tormozunun seçilməsi üçün mövcud üsul tormoz momentinin qiymətinin müəyyən edilməsini nəzərdə tutur, lakin onun istismar zamanı dəyişikliklərini, yəni qeyri-sabitliyi nəzərə alınmır, bununla da YQM-in istismarı zamanı təhlükəsizlik tələblərinin yerinə yetirilməsini qiymətləndirməyə imkan vermir.

Bu göstərici YQM-nin tormoz qurğuları üçün xüsusi ilə vacibdir. Belə ki, onların sıradan çıxması həm insan həyatı üçün təhlükəyə, həm də böyük iqtisadi itkilərlə səbəb ola bilər.

İşin məqsədi - Yükqaldırıcı maşınların (YQM) təhlükəsiz istismarı zamanı tormoz momentinin dayanıqlığının qiymətləndirilməsi üçün hesablama metodunun işlənilib hazırlanmasıdır.

Tormoz momentinin dəyişməsinə qiymətləndirmək üsulu. Tormozlama zamanı M_T tormoz momentinin sabitliyini onun minimum β_{min} və maksimum β_{max} nisbi qiymətləri ilə xarakterizə etmək təklif olunur:

$$\beta_{min} = \frac{\min M_T |_{tp+ty < \tau < tp+ty+t\tau}}{M_{T.H}}$$

$$\beta_{max} = \frac{\max M_T |_{tp+ty < \tau < tp+ty+t\tau}}{M_{T.H}}$$

burada t_p , t_y , t_T - müvafiq olaraq sürətlənmənin, qərarlaşmış hərəkətin və yavaşlamanın müddəti; τ - zaman dəyişəni; $M_{T.H}$ - nominal tormoz momentidir.

YQM-in işinin təhlükəsizliyini təmin edən buraxılabilən qiymətlər intervalı M_T aşağıda verilmiş bərabərsizliklərdən istifadə etməklə müəyyən edilir.

$$[\beta]_{min} < \beta_{min}; \beta_{max} < [\beta]_{max} \quad (2.2)$$

burada, $[\beta]_{\min} - \beta_{\min}$ üçün buraxılabilən minimum qiymət; $[\beta]_{\max}$ isə — β_{\max} üçün buraxılabilən maksimum qiymətdir.

β_{\min} parametri tormoz momentinin təhlükəsizlik əmsalı olan $K_{\text{зап}}$ -in təmin edilməsi şərti əsasında hesablanır.

$$[\beta]_{\min} = 1/K_{eh}$$

Kranların təhlükəsiz istismarı üçün mövcud norma və qaydalara uyğun olaraq, yük qaldıran mexanizmlər üçün K_{eh} əmsalı ən azı 1,5 olmalıdır (xüsusi nəzərdə tutulmuş hallar istisna olmaqla). Eyni zamanda, YQM -in istismarı təcrübəsi göstərir ki, K_{eh} -in 2,5-dən çox olan qiymətlərindən istifadə etmək məqsədəuyğun deyil.

Beləliklə, tormozlamada təhlükəsizlik əmsalının $K_{eh} = 1,5...2,5$ diapazonunda, β_{\min} parametri 0,4...0,67 aralığında olur.

$[\beta]_{\max}$ -in maksimum buraxılabilən qiyməti yükün növü, kranın növü və YQM -in nəzərdə tutulduğu texnoloji prosesin xüsusiyyətləri ilə müəyyən edilən buraxılabilən yavaşlama qiymətindən $[j]$ artıq olmamaq şərti əsasında hesablanır:

$$[\beta]_{\max} = \frac{[j]}{j_n}$$

burada, j_n - nominal tormoz momentindəki yavaşlamanın qiyməti; I_{in} - YQM -in mexanizminin gətirilmiş ətalət momenti; u - tormozun quraşdırıldığı YQM mexanizminin ötürmə ədədidir; yükqaldırma mexanizmi üçün: a – polispatın ötürmə ədədi; R - barabanın radiusu; hərəkət mexanizmi üçün: $a = 1$; R – hərəkət təkərinin radiusu; dönmə mexanizmi üçün: $a = 1$; R - qolun uzunluğudur.

Yükqaldırıcı maşınların (YQM) qaldırıcı kran mexanizmlərinin hərəkətli kütlələrinin tormozlanması cədvəl 2.1-də təqdim edilən buraxılabilən yavaşlama qiymətlərində aparılmalıdır.

Çevik yük asqılı kranlar üçün külək yükünün və yolun mailliyinin təsiri nəzərə alınmadan hərəkət mexanizmlərindəki yavaşlamaların buraxılabilən qiymətləri cədvəl 2.2-də verilmişdir. Sərt yük asqısı olan kranlar üçün bu qiymətlər 50% artırıla bilər. Anbarlarda istifadə olunan kranlar 0,9 m/s²-ə qədər, körpü yükləyicilərinin qreyfer arabaları isə - 0,8 m/s²-ə qədər yavaşlamalarla işləyir. Həmçinin nəzərə alınmalıdır ki,

sürücü kranla hərəkət edirsə, yavaşlama $0,4 \text{ m/s}^2$ -dən çox olmamalıdır, çünki bu parametrin daha yüksək qiymətlərində uzunmüddətli işləmə narahatlığa səbəb olur.

Cədvəl 2.1

Müxtəlif kranların qaldırıcı mexanizmləri üçün buraxıla bilən yavaşlamalar

Kranın növü	İcazə verilən yavaşlama qiyməti [j], m/s^2
Montaj və ərimiş metal ilə işləmək üçün	0,1
Mexaniki yığıma sexləri üçün	0,2
Metallurgiya sexləri üçün (ərinmiş metalın daşınması istisna olmaqla)	0,5
Qreyferli	0,8

Cədvəl 2.2.

Müxtəlif kranların hərəkət mexanizmləri üçün icazə verilən yavaşlamalar

Kranın növü	Yük qaldıran zaman icazə verilən yavaşlama dəyəri [j], m/s^2		
	< 3,2 t	5,0...12,5 t	> 12,5 t
Qarmaqlı əl ilə stoporlama	0,25	0,20	0,15
Maye metal, partlayıcı və tez alışan yüklər və kimyəvi maddələrin daşınması üçün	0,15	0,10	0,05
Qreyferli, maqnitli, avtomatik (yayıcı və vakkum) tutucularla təchiz edilmişdir	0,30		

Tormoz qurğusunun nasazlığının səbəblərini təhlil edək. Tormozun işləməsi zamanı tormoz momentinin faktiki qiyməti düsturu ilə müəyyən edilir.

$$M_T = fNL, \quad (2.3)$$

burada f - sürtünmə əmsalı (tormoz qəlibi – qasnaq/disk); N - qasnaq / diskə qəlibləri basma qüvvəsi; L - N qüvvəsinin tətbiqi üçün qoldur (çiyin), tormoz üçün L qasnağın diametrinə, diskli tormoz üçün isə disk sürtünmə yolunun orta diametrinə bərabərdir.

(2.3) ifadəsindən göründüyü kimi, M_T momenti sürtünmə əmsalından və tormozun qasnağında/diskindəki qəliblərin basma qüvvəsindən asılıdır. Tormozlama zamanı

sürtünmə cütünün elementlərində qızma baş verir, ki, bunun da nəticəsində faktiki sürtünmə əmsalı dəyişir, yəni $f = f(T)$, burada, T - temperaturu göstərir. Bundan əlavə, tormozun istismarı zamanı qəliblər köhnəlir və onun bağlarında yerdəyişmə baş verir. Tormozun yayında qapanma zamanı bəndlərin vəziyyətinin dəyişməsi yayın deformasiyasının qiymətinin dəyişməsinə səbəb olur və nəticədə, qəlibin qasnağa / diskə basma qüvvəsi də dəyişir, yəni $N = N(w)$, burada w - yastığın xətti yeyilməsidir.

Beləliklə, M_T -nin dəyişməsinə səbəb olan əsas amillər, yəni: temperatur amili - temperaturun sürtünmə əmsalına təsiri – yeyilmə faktoru və friksion qəlibin yeyilməsinin tormoz qəlibinin qasnağa / diskə basma qüvvəsinə təsiri məsələləri tədqiq edilərək müəyyən nəticələr əldə edildi. Tormoz momentinin sabitliyini qiymətləndirmək üçün tormozun istismarı zamanı tormoz momentinin nisbi dəyişməsindən istifadə etmək təklif olunur.

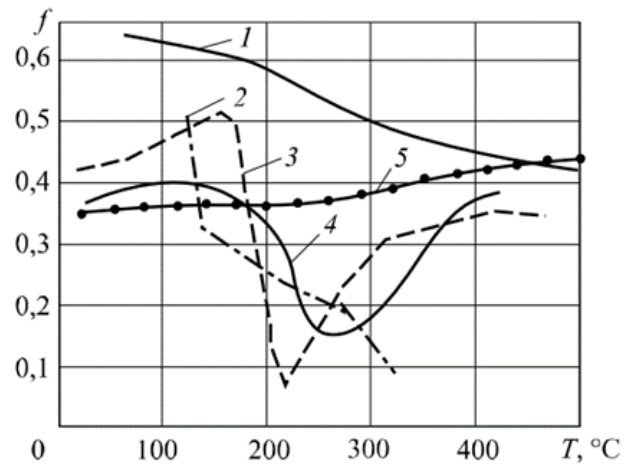
$$\varepsilon_{T.M} = \frac{M_T - M_{T.H}}{M_{T.H}}$$

Sürtünmə əmsalı və basma qüvvəsində kiçik dəyişikliklər halında tormoz momentinin nisbi dəyişməsinə aşağıda verilmiş düsturla kifayət qədər dəqiqliklə hesablamaq mümkündür.

$$\varepsilon_{T.M} = \varepsilon_f + \varepsilon_N \quad (2.4)$$

burada ε_f - sürtünmə əmsalının nisbi dəyişməsi, $\varepsilon_f = (f - f_H) / f_H$ (f_H - sürtünmə əmsalının nominal qiyməti (normal temperaturda)); ε_N - sıxma qüvvəsinin nisbi dəyişməsi, $\varepsilon_N = (N - N_H) / N_H$ (N_H - isə qəlibin qasnağa/diskə nominal basılması qüvvəsidir (sıfır yeyilmə zamanı)).

Temperaturun sürtünmə əmsalına təsiri. Şəkil 2.8-də YQM -in tormoz qurğularında istifadə olunan sürtünmə cütləri üçün f sürtünmə əmsalının temperaturdan asılılığının qrafiki göstərilib. Qrafikdən belə nəticəyə gəlmək olar ki, təqdim olunan sürtünmə cütləri üçün ε_f parametri geniş diapazonda dəyişir. Bununla yanaşı, sürtünmə əmsalının dəyişməsinin $\varepsilon_{T.M}$ -ə təsirini də nəzərə almamaq olmaz.



Şəkil 2.8. YQM tormozlarında istifadə olunan sürtünmə cütlərinin f sürtünmə əmsalının T temperaturundan asılılığı: 1 — $\Phi MK-11-C\Upsilon 18-36$; 2 — $6KB-10$ – çuqun ΥHMX ; 3 — $6KX-1B-C415-32$; 4 — $\Phi K-16J$ – çuqun ΥHMX ; 5 — $145-40-69-C\Upsilon 18-36$

Cədvəl 2.3.

Müxtəlif friksion materialları və temperatur diapazonları üçün nominal sürtünmə əmsalının qiymətləri və onun dəyişmə hədləri

Friksion qəlibin materialı	Temperatur diapazonu, °C	f_H	$\varepsilon_{f \min}$	$\varepsilon_{f \max}$
Friksion polimer materialları (ΦPM)				
T-266	100...400	0,31	0	0,37
6KB-10 ($\Xi M-2$)	100...400	0,46	-0,41	0
8-45 ($\Xi M-1$)	100...400	0,48	-0,31	0
2140	100...400	0,41	0	0,10
145-40	20...500	0,35	0	0,22
Friksion metal-keramik materiallar (ΦMK)				
$\Phi MK-11$	20...500	0,68	-0,36	0
$\Phi MK-79$	300...1 000	0,58	-0,28	0
$\Phi MK-845$	300...1 000	0,65	-0,15	0

Cədvəl 2.3-də müxtəlif sürtünmə materialları və geniş temperatur diapazonlarında ε_f ($\varepsilon_{f \min} \leq \varepsilon_f \leq \varepsilon_{f \max}$) qiymətinin dəyişdirilməsi üçün minimum $\varepsilon_{f \min}$ və maksimum $\varepsilon_{f \max}$ hədləri göstərilib. Əgər faktiki tormoz momenti nominal qiyməti aşarsa, bu zaman tormozlama müddəti qısalır. Belə olan halda yükün və eləcə də bütün kranın yellənmə amplitudası artır ki, bu da yükün quraşdırılmasını çətinləşdirir və yükqaldırıcı

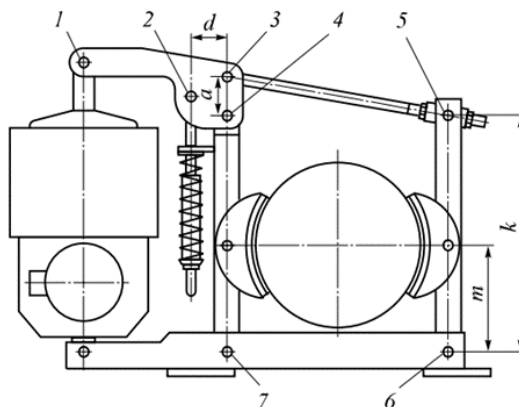
maşınların (YQM) metal konstruksiyasının elementlərində dinamik yüklərin artmasına səbəb olur. Bu o halda mümkün olur ki, friksion qəlibdə bu materiallardan istifadə olunsun. Hansılarda ki, səthi temperaturun artması ilə f sürtünmə əmsalı artır, məsələn, T-266, 2140, 145-40 tipli sürtünmə polimer materiallarında (Cədvəl 2.3-ə bax).

Qəlibin yeyilməsinin sıxma qüvvəsinə təsiri. Şəkil 2.9 və 2.10-də göstərilən tormozlar üçün bəndlərin kiçik yerdəyişmələri zamanı sıxma qüvvəsinin nisbi dəyişməsi aşağıda verilmiş düsturla müəyyən edilə bilər

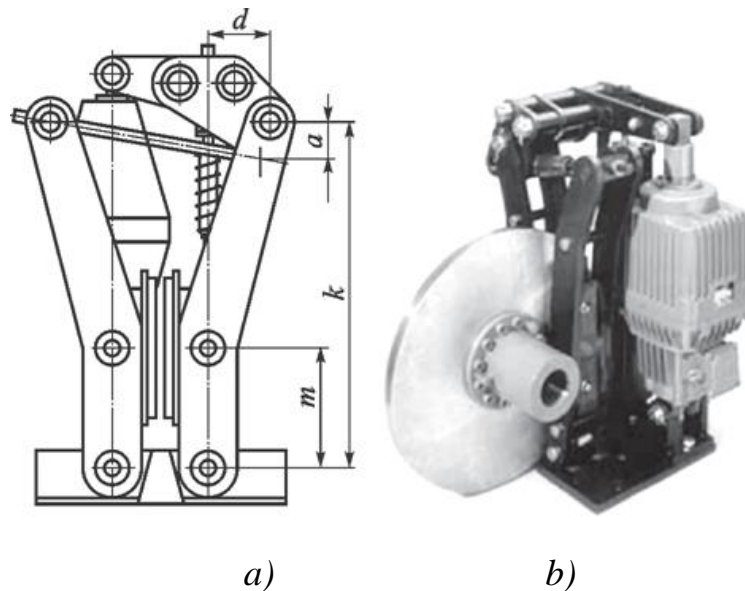
$$\varepsilon_N = -\frac{2dk}{ams}w \quad (2.5)$$

burada d , k , a , m - şəkil 2.2 və 2.3-də göstərilən həndəsi parametrlər; s - yayın quraşdırma deformasiyasıdır.

(2.5) düsturundan istifadə edərək, elektrohıdravlik itələyiciləri olan qəlibli və diskli tormozlar üçün ε_N qiyməti friksion qəlibin hər birinin $w = 1$ mm xətti yeyilməsi ilə hesablanmışdır. Yastığın bu yeyilmə qiyməti nəzərdən keçirilən tormoz növləri üçün son həddir (onların əlavə tənzimlənməsi olmadan, həmçinin oynaqlardakı boşluqlar və tormoz sisteminin elementlərinin elastik deformasiyaları nəzərə alınmadan). Qəlibin yeyilməsinin bu qiyməti həddi qiymət olub tormozun iş qabiliyyətinin itirilməsinə səbəb olur, çünki onun bağlanması halında, pasportda göstərilən elektrohıdravlik itələyici ştokun mümkün olan maksimum vuruşu artacaqdır. Bu vəziyyətdə tormoz yenidən tənzimlənməlidir. N-nin hesablanması nəticələri cədvəl 2.4-də verilmişdir.



Şəkil 2.9. Elektrohıdravlik itələyicisi olan qəlibli hidravlik tormoz



Şəkil 2.10. Magnetek Inc. (ABŞ) tərəfindən istehsal edilmiş ling sistemi və elektro-hidravlik ötürücüsü olan tormozun konstruktiv sxemi (a) və ümumi görünüşü (b).

Temperaturun və friksion qəlibin yeyilməsinin tormoz momentinə təsiri. (2.4) ifadəsi sürtünmə səthinin temperaturunun və friksion qəlibin yeyilməsinin tormoz momentinə birgə təsirini qiymətləndirməyə imkan verir. ε_f və ε_N qiymətləri eyni vaxtda mənfi qiymətlərə malikdirsə, o zaman YQM əməliyyatının təhlükəsizliyinin şərtlərinin (2.2) pozulması ehtimalı maksimumdur.

Məsələn, tənzimlənmiş tormoz momenti $M_T = 1000 \text{ N}\cdot\text{m}$ olan TKG-400 tipli tormozları (Şəkil 2.9-a baxın) nəzərdən keçirək. Friksion qəlibin materialı olaraq 6KV-10 tipli ФПМ seçilmişdir, yastıqların xətti yeyilməsi $w = 1 \text{ mm}$ -ə bərabərdir. Cədvəl 3 və 4 -dən o nəticəyə gəlinir ki, $\varepsilon_{f\min} = -41 \%$ və $\varepsilon_N = -8 \%$. Bu zaman, (2.3) düsturuna əsasən, $\varepsilon_{T.M} = -41 - 8 = -49 \%$ olacaq, yəni, istismar zamanı tormoz momenti təxminən 2 dəfə azalacaq.

Tormoz momentinin həqiqi qiymətinin nominal qiymətdən aşağı düşməsi tormozun qaldırma mexanizmindəki yükü saxlaya bilməyəcəyinə (və ya normallaşdırılmış kranın hərəkət və ya dönmə mexanizmini dayandırmasına) səbəb olur. Bu, 6KB-10 (ЭМ-2) və 8-45 (ЭМ-1) tipli friksion polimer materiallardan, eləcə də ФМК-11, ФМК-79 və ФМК-845 tipli friksion metal-keramik materiallardan istifadə edildikdə mümkündür (Cədvəl 2.3 və 2.4-ə baxın).

Oxşar bir hesablama tormoz momenti 1000 N·m olan və T-266 tipli ФПМ materialından hazırlanmış qəlibləri olan diskli-qəlibli tormoz üçün aparılırsa (bax, şəkil 3), onda örtüklərin $w = 1$ mm xətti yeyilməsi zamanı, biz istismar halında $\varepsilon_{T.M}$ tormoz momentinin 28% ($\varepsilon_{f_{max}} = 37\%$ и $\varepsilon_N = -9\%$) ümumi artımını əldə edirik.

Baxılan nümunələrdən belə çıxır ki, tormoz qurğusunun işləməsi zamanı tormoz momentinin əhəmiyyətli dərəcədə qeyri-sabitliyi mövcuddur, yəni temperatur amili M_T -nin həm artmasına, həm də azalmasına səbəb ola bilər. Eyni zamanda, ФПМ-metal cütü üçün iş temperaturları diapazonunda $\beta_{min} = 0,59...1,0$ və $\beta_{max} = 1,0...1,37$, metal-keramika cütü üçün isə $\beta_{min} = 0,64...1,0$ və $\beta_{max} = 1,00$ -ə bərabər olacaq. Yeyilmə faktoru M_T -nin azalmasına səbəb olur. Hesablamalara görə, avtomatik yeyilmə kompensatorları ilə təchiz olunmayan YQM-nin tormozlarında friksion qəlibin yeyilməsi $w = 1$ mm - $\beta_{min} = 0,52 ... 0,95$ -ə uyğundur. Müəyyən edilmişdir ki, temperatur və yeyilmə amillərinin eyni vaxtda təsiri ilə β_{min} parametri 0,5-dən az ola bilər, bu halda M_T buraxıla bilən qiymətlər intervalından (1) və YQM qurğusunun işləməsi üçün təhlükəsizlik şərtlərindən kənara çıxır.

Cədvəl 2.4

Friksion qəliblərin köhnəlməsi halında müxtəlif növ tormozlar üçün qəlibin qasnağa/diskə sıxma qüvvəsinin qiymətləri $w = 1$

Tormoz növü	M_T , H·M	ε_N , %	Tormoz növü	M_T , H·M	ε_N , %	Tormoz növü	M_T , H·M	ε_N , %	Tormoz növü	M_T , H·M	ε_N , %	Tormoz növü	M_T , H·M	ε_N , %
TKГ-200	100	-48	TKГ-300	300	-24	TKГ-400	500	-16	TKГ-500	1 250	-10	ТДЕ-2	900	-10
	150	-32		400	-18		750	-10		1 500	-8		1 000	-9
	200	-24		500	-14		1 000	-8		1 750	-8		1 200	-8
	250	-20		600	-12		1 250	-6		2 000	-6		1 400	-6
	300	-18		700	-10		1 500	-6		2 250	-6		1 640	-6
	-	-		800	-10		-	-		2 500	-6		1 900	-5

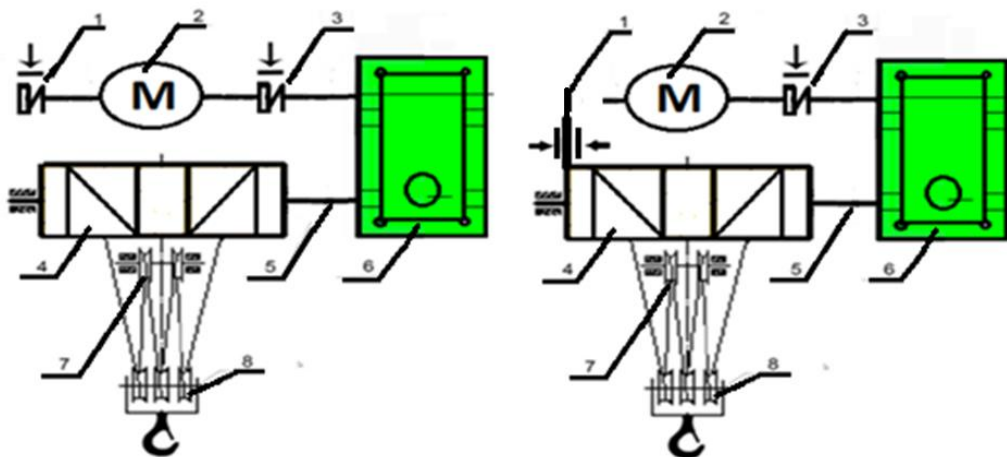
2.4. Əlavə tormozdan istifadə etməklə körpülü kranın yükqaldırma mexanizminin yeni icralı konstruktiv həllin işlənməsi və etibarlılığının artırılması

Xalq təsərrüfatının müxtəlif sahələrində yükvurma-yükboşaltma işlərinin kompleks mexanikiləşdirilməsində istifadə olunan körpülü kranların yükqaldırıcı mexanizminin etibarlıq göstəricilərinin artırılması məsələsi olduqca aktual xarakter

daşıyır. Tədqiqat zamanı yükqaldırıcı mexanizminin tormozları üçün verilmiş etibarlılıq göstəricilərini təmin etmək üçün yük arabasının bütün ilkin sxemini dəyişdirərək barabanın rebordasında ikinci tormoz quraşdırmaq təklif olunmuşdur. Təklif olunan kinematik sxemin etibarlılıq göstəricilərinin qiymətləndirilməsi üçün riyazi modellər işlənmiş və praktiki hesablar aparılmışdır.

Çox vaxt modernləşdirmə işləri apararkən, yükqaldırıcı mexanizminin tormozları üçün verilmiş etibarlılıq göstəricilərini təmin etmək üçün yük arabasının bütün ilkin sxemini dəyişdirmək, məsələn mühərrikin valında deyil, barabanın rebordasında ikinci tormoz quraşdırmaq lazım gəlir. Belə bir işi daha ətraflı nəzərdən keçirək və bu zaman bir cüt əsas və əlavə tormozların etibarlılıq göstəricilərinin necə dəyişəcəyini təhlil edək. Şəkil 2.11-də a) mühərrik valında əlavə tormoz - 1 quraşdırılmasından istifadə etməklə qaldırıcı mexanizmin ənənəvi sxemini göstərir; b) qaldırıcı mexanizmin barabanın rebordasında əlavə tormoz 1 quraşdırılmaqla olan yeno kinematik sxemdir.

Etibarlılıq nəzəriyyəsinə görə qaldırıcı mexanizmlərin yuxarıda göstərilən sxemlərinin hər biri ardıcıl və paralel elementlər şəklində təqdim edilə bilər ki, bu da onlara imtina ehtimalının hesablanması üçün əsaslıqlarını tətbiq etməyə imkan verir. Bunun əksi isə ayrı-ayrı elementlərin nasazlıq dərəcələrinə (etibarlılığına) uyğun olaraq nasazlıqsız işləmənin etibarlılığıdır.



a) əlavə tormoz motorun valına quraşdırılmışdır

b) əlavə tormoz kanat barabanının rebordasında quraşdırılmışdır

Şəkil 2.11 - Əlavə tormozdan istifadə edilən qaldırıcı mexanizmlərin kinematik sxemləri: 1 və 3 - əsas və əlavə tormozlar; 2 - elektrik mühərriki; 4 - kanat barabanı; 5 - birləşdirici mufta; 6 - reduktor; 7 - düzəldirici bloklar; 8 - qarmaq asqısı

Bildiyiniz kimi, ən sadə hal mexanizmin n –sayda elementlərinin ardıcıl əlaqəsidir. Belə mexanizmdə hər hansı elementin sıradan çıxması bütövlükdə mexanizmin sıradan çıxmasına bərabərdir. Bunu izah edərkən qeyd etmək lazımdır ki, elementlərin belə bir əlaqəsi yalnız etibarlılıq mənasında "ardıcıl" olur, fiziki olaraq isə istənilən şəkildə bağlana bilər.

n –sayda paralel qoşulmuş elementlərdən ibarət mexanizm üçün isə yalnız bütün elementlərin sıradan çıxmasından sonra və cihazın bütün elementlərinin tək-cə yük altında olması deyil, həm də bu elementlərin imtinalar statistik göstəricilərə uyğun olması şərti ilə "tam" imtina vəziyyətinə keçir.

Yuxarıda göstərilənləri nəzərə alaraq, Şəkil 2.11-də göstərilən yükqaldırıcı mexanizmlərin sxemlərində tormozlarını kinematik zəncirlərinin imtina ehtimallarını təyin edək. Şəkil 2.11 a-da göstərilən yükqaldırıcı mexanizmini sxemində iki "paralel" kinematik zəncir var (çünki tormozlardan birinin sıradan çıxması bütövlükdə yükqaldırıcı mexanizminin əyləcinin sıradan çıxmasına səbəb olmayacaq):

- a) tormoz və elektrik mühərriki;
- b) tormoz.

Etibarlılıq nöqtəyi-nəzərindən elementlərin belə əlaqəsi o deməkdir ki, bu elementlərdən ibarət mexanizmin sıradan çıxması 1-ci və ya 2-ci və ya 3-cü element ya da n -ci element sıradan çıxdıqda baş verir. İşgörmə qabiliyyəti aşağıdakı kimi ifadə edilə bilər: həm element 1, həm element 2 həm element 3 və həm də element n işlək olduqda cihaz da işləkdir.

Belə olduğu halda müstəqil hadisələrin hasili qaydasına görə:

$$P = P_1 \times P_2 \times P_3 \times \dots \times P_n \text{ və ya } P = \prod_{i=1}^n p_i \quad (2.6)$$

Beləliklə, belə bir Q cihazının imtina etməsi ehtimalı əks hadisənin ehtimalı kimi təyin edilə bilər:

$$Q = 1 - \prod_{i=1}^n p_i \quad (2.7)$$

n –sayda paralel birləşdirilmiş elementlərdən ibarət olan qurğu üçün mexanizmin işləmə şərti aşağıdakı kimi tərtib edilə bilər: 1-ci element və ya 2-ci element və ya 3-cü element və ya 1 və 2, 1; və 3, 2; və 3, 1; və 2; və 3 elementləri işlək olduqda mexanizm işləkdir:

$$P = (p_1 + p_2 + \dots + p_n) - (p_1 p_2 + p_1 p_3 \dots) - (p_1 p_2 p_3 + p_1 p_2 p_n \dots) - \dots - (p_1 p_2 p_3 \dots p_n)$$

və ya

$$P = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - p_i) = 1 - \prod_{i=1}^n q_i \quad (2.8)$$

başqa sözlə desək, müstəqil (etibarlılıq baxımından) elementlər paralel olaraq birləşdirildikdə, onların sıradan çıxma ehtimalları $q_i = 1 - p_i$ dəfə artır. Bütün mexanizmin sıradan çıxması isə yalnız onun bütün elementləri sıradan çıxdığı halda baş verəcək:

$$Q = \prod_{i=1}^n q_i \quad (2.9)$$

Bu zaman, kinematik zəncirdə imtinanın baş vermə ehtimalını aşağıdakı kimi hesablamaq təklif olunur:

$$Q = 1 - [1 - (1 - p_{tor.} \times p_{el.müh.}) \times q_{tor.}] \times p_{red.} \times p_{diş.muf.} \times p_{kan.bar.} \quad (2.10)$$

Burada, P_{tormoz} , $P_{el. müh.}$, $P_{red.}$, $P_{diş muf}$ və $P_{kan. bar}$ müvafiq olaraq tormoz, elektrik mühərriki, sürət qutusu, dişli mufta və kanat barabanın etibarlılıq əmsalları, q_{tormoz} isə tormozun nasazlıq ehtimalıdır.

Şəkil 2.11 b)-də göstərilən qaldırıcı mexanizmin tormozlarının kinematik zənciri də iki "paralel" şaxə kimi təqdim edilə bilər:

- a) tormoz, sürət qutusu, dişli mufta, kanat barabanı;
- b) kanat barabanının rebordasındakı əyləc.

Belə kinematik zəncirdə imtinanın baş vermə ehtimalı bir qədər fərqli şəkildə müəyyən ediləcək:

$$Q = (1 - p_{tor.} \times p_{red.} \times p_{diş.muf.} \times p_{kan.bar.}) \times q_{tor.bar.} \quad (2.11)$$

Burada q_{tormoz} barabana quraşdırılmış tormozun sıradan çıxma ehtimalıdır.

Göründüyü kimi, (2.10) və (2.11) ifadələri bir-birindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənir, halbuki Şəkil 1 a)-da göstərilən mexanizm dövrəsi üçün sıradan çıxma ehtimalının Şəkil 2.11 b)-də göstərilən mexanizm dövrəsinin sıradan çıxma ehtimalından əhəmiyyətli dərəcədə yüksək olacağını yoxlamaq asandır. Çünki kinematik zəncirin ən sonunda quraşdırılmış kanat barabanının rebordasındakı tormozun etibarlılığı ondan əvvəl quraşdırılmış mexanizmin elementlərinin etibarlılığından asılı deyil.

Ədədi müqayisəsini aparmaq üçün bütün $p_i = 0,99$ -a, q_i isə $= 0,01$ qəbul edək. Bu

zaman (2.10) düsturundan istifadə edərək tormozların imtina ehtimalı $Q = 0,02989$, (2.11) düsturuna görə isə $Q = 0,000394$ olacaq.

Yekun olaraq qeyd etmək lazımdır ki, qaldırıcı kranlarının mexanizmlərinin təmiri və metal konstruksiyalarının yenidən qurulması və ya modernləşdirilməsi üçün texniki həllərin etibarlılığının qiymətləndirilməsinə yanaşmalar, metodoloji yanaşmanın əhatə dairəsini genişləndirməyə, eləcə də etibarlılığın qiymətləndirilməsi və onları metaldan hazırlanmamışdan əvvəl kranın qaldırma mexanizminin tərtibatı üçün mühəndis həllərinin qiymətləndirilməsində tətbiq etməyə imkan verir.

NƏTİCƏLƏR

Dissertasiya işində körpülü kranın yükqaldırma mexanizminin yeni icralı konstruktiv həlli işlənərək və tədqiq edilmişdir. Apardığımız tədqiqatlar nəticəsində aşağıdakı nəticə və tövsiyələr irəli sürülmüşdür:

- 1) Müəyyən edilmişdir ki, körpülü kranın iş rejimi müəyyən bir xidmət müddəti üçün tsikllərin maksimum sayının qiyməti ilə xarakterizə olunan istifadə müddətindən və yük rejimindən asılıdır;
- 2) Yükqaldırıcı mexanizmlərdə tormozu tənzimləyərkən elektromaqnit lövbərin və ya elektrohidravlik itələyicili ştokun normal gedişini təyin etmək, qəlibin qasnağdan çıxmasının ölçüsünü və bərabərliyini tənzimləmək, qapayıcı yayın tələb olunan uzunluğunu təyin etmək tələb olunur;
- 3) İşləmə prosesi zamanı tormoz momentinin qiyməti tormoz qəliblərinin yeyilməsi, tormoz qasnağına yağ və ya suyun daxil olması, tormoz elementlərinin qırılması və s. səbəbindən dəyişə bilər;
- 4) Yükqaldırıcı mexanizmlərin təhlükəsizliyini və etibarlılıq səviyyəsini yüksəltməyə yönəlmiş nəzarət üsulları analiz edilmişdir;
- 5) Eksperimental və nəzəri tədqiqatlar nəticəsində mexanizmin tormozlanması vaxtına görə, mexanizmi işə salarkən intiqal mühərrikinin sərf etdiyi enerjiyə görə, mexanizmin qovulma sürətinə görə, eləcə də boş rejimdə və qısamüddətli tormoz qapanması baş verdiyi zaman tormoz momentinin müəyyən edilməsi üçün asılılıq müəyyən edilmişdir;
- 6) Mühərrikin sürətləndirilməsi zamanı baş verən proseslərin enerji təhlili göstərir ki, tormoz momentinin qiyməti elektrik mühərrikinin şəbəkədən sərf etdiyi aktiv gücdən asılıdır;
- 7) Tədqiqatlar nəticəsində körpülü kranların yükqaldırma mexanizminin tormozlanması zamanı sürtünmə səthinin temperaturunun və friksion içliyin yeyilməsinin təsirini nəzərə almaqla tormozlama momentinin dəyişməsinin qiymətləndirilməsi metodikası işlənib təklif edilmişdir;
- 8) Yükqaldırıcı mexanizmlərin tormozlarında tətbiq olunan müxtəlif tipli sürtünmə cütü materiallarının analizi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, temperatur amili

tormozlama momentinin həm artmasına, həm də azalmasına təsir etdiyi halda, yeyilmə amili yalnız tormozlama momentinin azalmasına səbəb olur;

9) Tədqiqatlar zamanı təyin edilmişdir ki, temperatur və sürtünmə amillərinin birgə təsiri zamanı tormozlama momentinin minimal nisbi qiyməti 0,5-dən də az ola bilər, bu halda tormozlama momentinin qiyməti buraxıla bilən intervaldan kənara çıxır və yükqaldırıcı mexanizmin təhlükəsiz işləmə şərtləri pozulur;

10) Tormozlama momentinin minimal və maksimal nisbi qiymətləri xarakterizə edilən zamandan asılılığı müəyyən edilərək yükqaldırıcı mexanizmin təhlükəsiz işini təmin edən qiymətlər aralığı təyin edilmişdir;

11) Körpülü kranın yükqaldırma mexanizminin ənənəvi konstruksiyasında əlavə (ikinci) tormozu mühərrikin valından kanat barabanın rebordasına yerini dəyişməklə yükqaldırıcı mexanizmin ümumi etibarlıq göstəricisini artırmağa imkan verən tormozlardan birinin ümumi etibarlığını yüksəltməyə imkan verən yeni kinematik sxemi təklif olunmuşdur;

İSTIFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYATLARIN SİYAHISI

1. B.B.Əhmədov, Ə.M.Nəcəfov. Yükqaldıran maşınlar. Bakı 2014, Turxan nəşriyyatı, Dərs vəsaiti, 637 s.
2. B.B.Əhmədov, H.A.Məmmədov. Əlavə tormozdan istifadə etməklə körpülü kranın yükqaldırma mexanizminin etibarlığının artırılması. Azərbaycan xalqının Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 100-cü ildönümünə həsr olunmuş tələbə və gənc tədqiqatçıların "Mütərəqqi texnologiyalar və innovasiyalar" mövzusunda VIII Respublika elmi-texniki konfransı. 25-26 may 2023-cü il, AzTU.
3. Александров М.П., ред. Тормозные устройства: справочник. Москва, Машиностроение, 1985. 312 с.
4. Nosko A. Untersuchungen der Bremsvorrichtungen von Kranen. Der Kran und sein Umfeld in Industrie und Logistik. 19 Internationale Kranfachtagung, Magdeburg, 2011, pp. 45–55.
5. ПБ 10-382-00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. Москва, НЦЭНАС, 2011. 268 с.
6. РД 24.090.102–01. Основные требования безопасности к устройству и эксплуатации ветрозащитных систем мостовых и козловых кранов. Москва, ВНИИНМАШ, 2002. 7 с.
7. Australia Standards Association, AS 1418.1-2002 – Cranes, hoists and winches Part 1 –General requirements, Fourth Edition, Sydney, Australia ISBN 0 7337 4372 2, 2002
8. Australia Standards Association, AS 1418.14-1996 –Requirements for cranes subject to arduous working conditions, Fourth Edition, Sydney, Australia, 1996
9. Australia Standards Association, AS 1403-2004 –Design of rotating steel shafts, Sydney, Australia, 2004
10. Mannesmann Demag -Komponenten Handbuch (Demag components handbook), Printed in Germany, 1986.
11. Electric Motors Catalogue –SEW Eurodrive URL: <http://www.seweurodrive.com/download/pdf/16936426.pdf>, Visited 20/11/13

12. Gude GSZ 200/400 Hoist Manual URL: <http://www.gude.cz/upload/File/el-lanove-navijaky.pdf>, Visited 22/9/13
13. Cranes Design, Practise and Maintenance, URL <http://www.scribd.com/doc/15587793/Cranes-Design-Practice-And-Maintenance-Malestrom>, Visited 28/9/2013
14. Gupta, M., M., Bukovsky, I., Homma, N., Solo M. G. A., Hou Z.-G. (2012): “Fundamentals of Higher Order Neural Networks for Modeling and Simulation“, in Artificial Higher Order Neural Networks for Modeling and Simulation, ed. M. Zhang, IGI Global,.
15. Bukovsky, I., Bila, J., Gupta, M., M, Hou, Z-G., Homma, N. (2010): “Foundation and Classification of Nonconventional Neural Units and Paradigm of Nonsynaptic Neural Interaction” in Discoveries and Breakthroughs in Cognitive Informatics and Natural Intelligence within the series of the Advances in Cognitive Informatics and Natural Intelligence (ACINI), ed. Y. Wang, IGI Publishing, Hershey PA, USA, ISBN: 978-1-60566-902-1, pp.508-523.
16. Bukovsky, I., Homma, N., Smetana, L., Rodriguez, R., Mironovova M., Vrana S. (2010): “Quadratic Neural Unit is a Good Compromise between Linear Models and Neural Networks for Industrial Applications”, ICCI 2010 The 9th IEEE International Conference on Cognitive Informatics, Tsinghua University, Beijing, China, July 7-9.
17. Bukovsky I., S. Redlapalli and M. M. Gupta (2003): Quadratic and Cubic Neural Units for Identification and Fast State Feedback Control of Unknown Non-Linear Dynamic Systems, Fourth International Symposium on Uncertainty Modeling and Analysis ISUMA 2003, IEEE Computer Society, , Maryland USA, ISBN 0-7695-1997-0, p.p.330-334
18. Rodriguez , R., Bukovsky, I., Homma, N.: “Potentials of Quadratic Neural Unit for Applications”, in International Journal of Software Science and Computational Intelligence (IJSSCI) ,vol 3, issue 3, IGI Global, Publishing, Hershey PA, USA ISSN.
19. Bukovsky, I., Lepold, M., Bila J.: “Quadratic Neural Unit and its Network in Validation of Process Data of Steam Turbine Loop and Energetic Boiler”,WCCI 2010, IEEE Int. Joint. Conf. on Neural Networks IJCNN, Barcelona,Spain, 2010.

20. Бортяков, Д.Е. Специальные грузоподъемные машины. Лебедки / Д.Е. Бортяков, А.Н. Орлов. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2005. – 64 с.

21. Промышленная безопасность при эксплуатации грузоподъемных кранов : сб. документов. Серия 10. Вып. 7 / колл. авт. – 2-е изд., испр. – М. : Научно-технический центр «Промышленная безопасность», 2009. – 288 с.

22. Сушинский, В.А. Применение и перспективы развития приборов и систем безопасности грузоподъемных кранов / В.А. Сушинский // Подъемно-транспортное дело. – 2004. – № 4. – С. 7–11.

23. Оценка тормозного момента на основе потребляемой активной мощности приводного электродвигателя грузоподъемной лебедки / Ю.А. Орлов [и др.] // Электромеханические преобразователи энергии : материалы VI Международной научно-технической конференции, 9–11 октября 2013 г., Томск / Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ) ; Томская область, администрация ; Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во ТПУ, 2013. – С. 250–252.

24. Способ контроля состояния тормоза лебедки с электроприводом / Ю.А. Орлов, Д.П. Столяров, Д.Ю. Орлов, Р.Н. Кахиев // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. – № 2. – С. 357–362.

25. Пат. 2455223. Российская федерация, МПК (2006.01) B66D5/00. Способ контроля тормозного устройства механизма подъема с электроприводом / Орлов Ю.А., Орлов Д.Ю., Столяров Д.П., Кахиев Р.Н. – № 2011101046/11 ; заявл. 12.01.11 ; опубл. 10.07.12, Бюл. № 19. – 10 с.

26. Энергетический мониторинг электроприводов как средство повышения надёжности и безопасности эксплуатации подъёмных сооружений / Ю.А. Орлов, Д.Ю. Орлов, Д.П. Столяров, Р.Н. Кахиев // Современные тенденции в науке и образовании : сб. научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции 3 марта 2014 г.: в 6 ч. Часть III. – М. : АР-Консалт, 2014. – С. 103–105.

27. Кахиев, Р.Н. Энергетический мониторинг электрических грузоподъемных лебедок как метод определения нагрузок и оценки их технического состояния / Р.Н. Кахиев, Д.П. Столяров, Д.Ю. Орлов // Перспективы развития фундаментальных наук : труды XI Международной конференции студентов и молодых учёных. Россия, Томск, 22–25 апреля 2014 г. / под ред. Е.А. Вайтулевич. – Электрон. дан. – Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, 2014. – С. 772–774.