



КРАНИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ХОДУ

Навчальний посібник



Харків - 2019

ПРО АВТОРІВ:



Каграманян Артур Олександрович – канд. техн. наук, доцент кафедри «Теплотехніка та теплові двигуни».

Проректор з науково-педагогічної роботи.

Автор понад 100 наукових праць, 85 науково-методичних та 17 навчально-методичних розробок.

Коло наукових інтересів: підвищення паливної економічності та поліпшення екологічних показників тепловозних дизелів.



Козар Леонід Михайлович –

канд. техн. наук, доцент кафедри «Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини».

Автор понад 80 наукових праць та навчально-методичних розробок.

Коло наукових інтересів: динаміка підйомно-транспортних машин, комплексна механізація вантажно-розвантажувальних робіт.



Воронін Сергій Володимирович –

д-р техн. наук, завідувач кафедри «Будівельні, колійні та вантажно-розвантажувальні машини».

Автор понад 100 наукових праць та навчально-методичних розробок.

Коло наукових інтересів: підвищення зносостійкості деталей машин, покращення якості паливо-мастильних матеріалів.



Морозов Володимир Олександрович – викладач Харківського професійного ліцею залізничного транспорту.

Автор понад 50 навчально-методичних розробок.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ

КРАНИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ХОДУ

Навчальний посібник

УДК 621.873:656.2

Харків – 2019

К 77

Рекомендовано вченою радою Українського державного університету залізничного транспорту як навчальний посібник (витяг з протоколу № 6 від 26 червня 2018 р.)

Рецензенти:

професори О. В. Григоров (НТУ «ХП»),
Н. М. Фідровська (УПА)

Авторський колектив:

А. О. Каграманян, Л. М. Козар,
С. В. Воронін, В. О. Морозов

Крани на залізничному ході: Навч. посібник /
К 77 А. О. Каграманян, Л. М. Козар, С. В. Воронін та ін.;
за заг. ред. Л. М. Козара. – Харків : УкрДУЗТ,
2019. – 262 с., рис. 157, табл. 23.
ISBN 978-617-654-106-6

Навчальний посібник містить загальні відомості про крани на залізничному ході, опис їх механічного та електричного обладнання. Розглянуто конструкції та наведено технічні характеристики моделей кранів, які експлуатуються на залізницях і промислових підприємствах України. Приділено увагу сучасним українським і закордонним зразкам.

Посібник призначено для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» (освітня програма «Підйомно-транспортні, будівельні, дорожні, колійні машини») усіх форм і термінів навчання.

Видання також буде корисним для студентів інших вищих начальних закладів, слухачів технічних шкіл, курсів підвищення кваліфікації та фахівців, спеціальність яких пов'язана з експлуатацією та ремонтом кранів на залізничному ході.

УДК 621.873:656.2

ISBN 978-617-654-106-6

© Український державний
університет

залізничного транспорту, 2019.
© Каграманян А. О., Козар Л. М.,
Воронін С. В., Морозов В. О.

Навчальний посібник

Каграманян Артур Олександрович,
Козар Леонід Михайлович,
Воронін Сергій Володимирович
та ін.

КРАНИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ХОДУ

Відповідальний за випуск Козар Л. М.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 31.05.18 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 19,0. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КРАНИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ХОДУ	9
1.1. Класифікація вантажопідйомних кранів	9
1.2. Режими роботи кранів	12
1.3. Особливості кранів на залізничному ходу	14
1.4. Транспортування кранів на залізничному ходу	16
1.5. Параметри і технічні характеристики стрілових кранів	23
1.6. Перевірка стійкості крана	25
1.7. Продуктивність стрілового крана	33
2. МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ТА ПРИЛАДИ БЕЗПЕКИ	39
2.1. Ходова і поворотна частини	39
2.2. Упряжний пристрій крана	41
2.3. Блоки, поліспасти, гакові обойми, барабани	43
2.4. Канати	46
2.5. Змінні вантажозахоплювальні пристрої	51
2.6. Муфти і гальма механізмів крана	57
2.7. Дизель-генераторна установка	68
2.8. Органи керування	70
2.9. Цифрові прилади безпеки	72
3. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ	78
3.1. Електричні схеми кранів	78
3.2. Генератори	92
3.3. Електродвигуни	104
3.4. Акумуляторні батареї	113
3.5. Електромагнітні муфти	117
3.6. Пускорегулювальна електроапаратура	123
3.7. Кільцеві струмоприймачі	129
3.8. Вимірювальні прилади	130
3.9. Пристрої електричного захисту	132
3.10. Кабельні вироби	138
4. КРАНИ СЕРІЙ КДЭ, КЖДЭ, КЖ	142
4.1. Крани серії КДЭ	142
4.2. Крани серії КЖДЭ	147

4.3.	Кран серії КЖ	152
4.4.	Ходова платформа та її обладнання	154
4.4.1.	Конструкція ходової платформи	154
4.4.2.	Виносні опори	157
4.4.3.	Гальмове обладнання	158
4.5.	Поворотна платформа та її обладнання	160
4.5.1.	Рама поворотної платформи	160
4.5.2.	Кабіна машиніста	161
4.5.3.	Двигун внутрішнього згоряння	163
4.5.4.	Стріла	165
4.6.	Механізми крана	168
4.6.1.	Механізм пересування крана	168
4.6.2.	Механізм повороту крана	172
4.6.3.	Механізм підймання вантажу	175
4.6.4.	Механізм зміни вильоту стріли	177
5.	КРАНИ ТИПУ ЕДК	182
5.1.	Призначення та загальна будова кранів типу ЕДК	182
5.2.	Кран ЕДК-300/2	184
5.3.	Кран ЕДК-500	188
5.4.	Кран ЕДК-1000	190
5.5.	Кран ЕДК- 2000	194
5.6.	Ходова платформа та її обладнання	198
5.6.1.	Конструкція ходової платформи.....	198
5.6.2.	Виносні опори	199
5.6.3.	Ходові візки	200
5.6.4.	Пневматична гальмова система	203
5.7.	Поворотна платформа та її обладнання	206
5.7.1.	Рама поворотної платформи	206
5.7.2.	Стріла	207
5.7.3.	Портал	210
5.7.4.	Канатна система	210
5.7.5.	Двигуни внутрішнього згоряння	210
5.8.	Механізми кранів	215
5.8.1.	Кінематичні схеми	215
5.8.2.	Механізми крана ЕДК-1000/4	215
6.	КРАНИ З ТЕЛЕСКОПІЧНОЮ СТРИЛОЮ	224
6.1.	Особливості конструкції	224
6.2.	Крани серії КС-Ж	225

6.3. Кран КЖ-971	231
6.4. Кран КЖ-1471	234
6.5. Кран КЖ-1572	236
6.6. Кран ЕДК-300/5	239
6.7. Кран ЕДК-500/ТС	241
6.8. Крани серії Multi Tasker KRC	243
Бібліографічний список	251
Предметний покажчик	254

ВСТУП

Серед вантажопідйомних машин, які експлуатуються на залізницях України, особливе місце займають стрілові крани на залізничному ходу (далі КЗХ). Вони використовуються для виконання різноманітних робіт з ремонту і поточного утримання колії, монтажу прогінних будов залізничних мостів і шляхопроводів, ліній автоблокування та енергопостачання, прокладення інших комунікацій уздовж залізничної колії, а також для використання як мобільних засобів великої вантажопідйомності під час аварійно-відновлювальних робіт на залізничному транспорті.

Дано тлумачення індексації КЗХ, які експлуатувалися на залізницях і підприємствах України, в історичному аспекті.

Перші КЗХ до Другої світової війни випускалися в основній масі з паровими двигунами, і тільки в 1950-х роках почався широкий випуск кранів з карбюраторними, потім з дизельними і електричними двигунами. Моделі, що мали парові двигуни, модифікувалися технічними службами «Министерства путей сообщения» (далі МШС). У цих моделях замінювався двигун і здійснювалася «переіндексація» (зміна індексу).

Індекс «Я» означав «Январец» (модель іменувалася за назвою заводу-виготівника кранів: «Одесский завод тяжелого краностроения им. Январского восстания»). Через дефіс зазначався номер моделі залежно від вантажопідйомності (номер 2 відповідає 15 т; 3 – 45 т; 5 – 75 т). Перші крани з індексом «Я» мали парові двигуни, а в 1930-х роках стали застосовуватися карбюраторні двигуни. У разі оснащення карбюраторним двигуном моделі надавався додатковий індекс «М». Існували моделі «Я1», «Я2», «Я3», «Я5», «Я5М». У післявоєнні роки крани «Я3» отримали індекс «Я-45» (число

означало вантажопідйомність крана, у даному випадку 45 т).

Індекси «ПЖ», «ДЖ» означали виконання однієї і тієї самої моделі крана, що відрізнялися силовою установкою і розшифровувалися відповідно як «паровой железнодорожный» та «дизельный железнодорожный». У 1960-х роках парові двигуни стали поступово замінюватись на дизельні.

З середини 1930-х до середини 1950-х років існував індекс «ПК» («паровой кран»), після якого через дефіс зазначалася вантажопідйомність. Наприклад, «ПК-6» – паровий кран вантажопідйомністю 6 т.

Аналогічно кранам «ПК», які модифікувалися службами МПС у кінці 1950-х і в 1960-х роках шляхом установлення бензинового двигуна, надавався індекс «МК» («моторный кран»).

У 1950-х роках починається модернізація кранів шляхом установлення двигунів внутрішнього згорання і додавання систем пневматичного керування. Приклад індексу такого крана «КДВ-15п».

У 1960-х роках служби МПС на кранах стали замінити двигуни на електричні і з'явився індекс «ЭК» («электрический кран»).

З початку 1970-х років на кранах «МК» карбюраторні двигуни стали замінити дизельними. Модернізованим машинам надавався індекс «ДК» («дизельный кран»).

Також випускалися крани марок «ПК-ЦУМЗ», «МК-ЦУМЗ» (ЦУМЗ – «Центральное управление машиностроительных заводов»).

Мав застосування також індекс «К» («кран»), наприклад «К-103» – кран з дизель-електричним приводом вантажопідйомністю 10 т, третьої модифікації.

З початку 1970-х років випускалися серії кранів з індексом «КЖУ» («кран железнодорожный узкоколейный»), наприклад «КЖУ-О» («кран железнодорожный узкоколейный опытный»).

Випуск серії «КДЭ» («кран железнодорожный дизель-электрический») освоєно на початку 1960-х років. Наступні після дефіса дві цифри вказують на вантажопідйомність крана в тоннах, а третя цифра означає порядковий номер модифікації, наприклад «КДЭ-252» – кран дизель-електричний вантажопідйомністю 25 т, другої модифікації (дивись підрозд. 4.1).

Індекс «КЖДЭ» означає «кран железнодорожный дизель-электрический». Далі через дефіс зазначається вантажопідйомність крана в тоннах. Випуск серії «КЖДЭ» почався з 1980-х років. Приклад: «КЖДЭ-16» – «Кран железнодорожный с дизель-электрическим приводом, грузоподъемностью 16 т» (дивись підрозд. 4.2).

На базі кранів КЖДЭ з 1990-х років почався випуск кранів серії КЖ (дивись підрозд. 4.3, 6.3–6.5).

На залізницях України експлуатуються крани серії ЕДК (дивись розд. 5, підрозд. 6.6, 6.7) виробництва комбінату важкого машинобудування TAKRAF (колишня Німецька Демократична Республіка, м. Лейпциг), який веде свою історію з 1948 року. Нині правонаступником комбінату TAKRAF є фірма KIROW Ardelt GmbH, яка з 1995 року виробляє модельний ряд кранів з телескопічною стрілою Multi Tasker KRC (дивись підрозд. 6.8).

В Україні нині виробником КЗХ є ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (НКМЗ, м. Краматорськ, Донецька область). НКМЗ має багатий досвід участі у великомасштабних проектах національного та міжнародного масштабу. У 1990-х роках підприємством освоєно випуск кранів з телескопічною стрілою. Розроблено ряд моделей кранів КС-Ж різної вантажопідйомності (дивись підрозд. 6.2).

У 2006 році на ПАТ «Дніпропетровський завод з ремонту та будівництва пасажирських вагонів» (Дніпровагонрембуд, м. Дніпро) відкрито цех з ремонту КЗХ. За час його роботи виконано капітальні та відновлювальні ремонти низки кранів серій КДЭ, КЖДЭ, КЖ.

У *першому розділі* навчального посібника наведено класифікацію вантажопідйомних кранів, особливості КЗХ та інші загальні відомості. Подано порядок перевірки стійкості крана, розрахунок продуктивності.

У другому розділі докладно розглянуто вузли механічної частини крана, які є загальними для всіх серій КЗХ.

У третьому розділі описано електричні схеми, будову та принцип дії генераторів, електродвигунів, пускорегулювальної апаратури та іншого електрообладнання КЗХ.

Четвертий, п'ятий і шостий розділи присвячені опису і технічним характеристикам кранів, починаючи з серії КДЭ і закінчуючи новітніми моделями серії Multi Tasker KRC. Ці крани або експлуатуються, або мають викликати зацікавленість у придбанні залізницями та промисловими підприємствами України. На прикладах окремих моделей докладно розглянуто загальну конструкцію КЗХ, їхніх механізмів і вузлів.

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО КРАНИ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ХОДУ

1.1. Класифікація вантажопідйомних кранів

Перш ніж перейти до розгляду конструкції кранів на залізничному ході (КЗХ), розглянемо ознаки, за якими класифікуються підйомно-транспортні машини і вантажопідйомні крани.

За принципом дії підйомно-транспортні машини поділяються на дві групи: машини безперервної та періодичної (циклічної) дії. Основна відмінність між цими групами полягає в тому, що машини періодичної дії несуть витрати часу на зворотний хід, а в машинах безперервної дії прямий і зворотний хід протікає одночасно. При цьому прямий рух найчастіше є робочим, а зворотний – холостим. До машин безперервної дії належать різного роду конвеєри, транспортери, елеватори, ескалатори, багатокабінні підйомники, канатні дороги. В усіх цих машинах, окрім багатокабінних підйомників, зворотний хід вантажонесних елементів є холостим і відбувається одночасно з робочим ходом.

Вантажопідйомний кран – це машина циклічної дії, яка призначена для захоплення, утримання, переміщення, опускання і підймання вантажу в просторі, вантаж при цьому

підвішений за допомогою гака або утримується іншим вантажозахоплювальним пристроєм.

Вантажопідйомні крани можна *класифікувати* так:

а) *за призначенням* – універсальні і спеціальні. До спеціальних належать: будівельні баштові крани для гідротехнічного будівництва, призначені здебільшого для подачі бетонної суміші; гідропідйомники; монтажні щоглові підйомники; монтажні лебідки; крани-бетоноукладачі; крани для укладання прогонов мостових конструкцій; самопідйомні крани для монтажу радіощогл і т. ін.;

б) *за ступенем мобільності*: стаціонарні та пересувні;

в) *за конструкцією*:

- *мостового типу* – вантажозахоплювальний орган підвішений до вантажного візка, який переміщається по мосту.

До цього типу належать *мостові* крани, у яких міст спирається безпосередньо на кранову колію або підвішений до неї, а також *козлові* – міст спирається на підкранову колію за допомогою двох опорних стійок, і *напівкозлові* – міст спирається на підкранову колію з одного боку безпосередньо, а з іншого – за допомогою опорної стійки;

- *кабельні* – мостом служать канати, розтягнуті між двома опорними щоглами (вежами);

- *стрілового типу* – вантажозахоплювальний орган підвішений до стріли або візка, який переміщається по стрілі. До цього типу належать *портальні* крани, у яких поворотна частина спирається на портал, призначений для пропускання залізничного або автомобільного транспорту; *стрілові*, у яких стріла або баштово-стріловий пристрій закріплені на поворотній платформі, розміщеній безпосередньо на ходовому пристрої (автомобільні, пневмоколісні, гусеничні, тракторні); *баштові*, у яких стріла розміщена у верхній частині вертикально розташованої башти; *залізничні*, змонтовані на платформі або залізничному спеціальному рухомому складі (дрезина, автомотриса тощо), що пересувається залізничною колією; *щоглові* – стріла закріплена шарнірно на щоглі, яка має нижню і верхню опори; *консольні* – вантажозахоплювальний орган підвішений до жорстко закріпленої консолі (стріли) або до візка, що переміщається по консолі (стрілі).

Стрілові крани можуть бути повноповоротними або неповноповоротними. Стаціонарні *неповноповоротні* крани переміщують вантаж у межах площі, яка має конфігурацію сектора, а *повноповоротні* крани – у межах круга. Пересувні стрілові крани на рейковому ході переміщують вантаж у межах площі, паралельної коліям, а на гусеничному або автомобільному ході – у межах площі будь-якої конфігурації;

г) *за способом пересування* – самохідні і несамохідні;

д) *за ступенем механізації* – з ручним і механічним приводом. Крани з ручним приводом мають невелику вантажопідйомність і застосовуються лише в тих випадках, коли вимагається переміщувати вантажі невеликої маси та в невеликій кількості;

е) *за родом привода*: парові, електричні, з двигуном внутрішнього згоряння та дизель-електричні. Останні з багатомоторним приводом набувають усе більшого поширення;

ж) *за способом приведення механізмів у рух*: з індивідуальним і груповим приводом;

и) *за вантажопідйомністю*: легкі (до 10 т), середні (від 10 до 25 т) і важкі (25 т і більше);

к) *за кількістю осей ходової частини*: двовісні, чотиривісні та багатовісні.

Вантажопідйомні крани також класифікуються за іншими параметрами і технічними характеристиками. Під час вибору крана, необхідного для роботи, треба враховувати всі його параметри, можливості, технічні характеристики, а також керуватися економічними категоріями.

На *парових кранах* встановлена паросилова установка, що складається з парового котла і парової машини. Привод від парової машини порівняно з іншими приводами відрізняється простотою і надійністю конструкції, але має істотні недоліки, через які він нині не використовується, за рідким виключенням:

а) низький коефіцієнт корисної дії (5 %);

б) великі габаритні розміри і значна маса;

в) непродуктивна витрата палива через необхідність підтримувати котел у робочому стані під час перерв у роботі крана;

г) витрати значного часу (від 45 до 60 хв) на розпалювання котла і підготовку крана до роботи;

- д) необхідність у періодичних промиваннях котла, що збільшує час перебування крана в ремонті;
- е) висока пожежонебезпечність (виліт іскор з труби котла);
- ж) необхідність двічі-тричі за добу набирати вугілля і воду, що збільшує час непродуктивної роботи.

На кранах з одномоторним приводом найбільшого поширення набули дизельні двигуни без турбонаддування. Привод від двигуна внутрішнього згоряння може бути *механічним*. Недоліком такого привода є те, що для передачі руху окремим робочим механізмам потрібна складна трансмісія з самостійними муфтами вмикання. Цього недоліку позбавлений *дизель-електричний привод*: дизель приводить у дію електрогенератор, який живить самостійні електроприводи механізмів, кожен з яких може вмикатися-вимикатися і працювати незалежно від інших механізмів.

Електричний привод (від стаціонарної лінії електропередач) набув переважного поширення в мостових, козлових кранах, перевантажувальних мостах і кабельних кранах. Струм до електродвигунів робочих механізмів крана надходить або через шланговий кабель, або від контактних проводів через струмоприймач. Електричні приводи прості за своєю будовою і є найбільш економічними щодо експлуатаційних витрат. Трудові витрати на обслуговування кранів з електричним приводом приблизно у 2,5 разу менше порівняно з обслуговуванням парових кранів і в 1,3 разу менше, ніж на обслуговування кранів з двигуном внутрішнього згоряння.

1.2. Режими роботи кранів

Правилами будови і безпечної експлуатації вантажопідійомних кранів визначені групи класифікації (режиму роботи) кранів. *Режими роботи кранів* у цілому мають позначення A1, A2, ..., A8 і визначаються залежно від класу використання U0, U1, ..., U9 і *режиму навантаження* Q1, Q2, Q3, Q4 (табл. 1.1). *Клас використання* крана залежить від максимальної кількості циклів його роботи протягом заданого терміну експлуатації.

Режим навантаження крана характеризується величиною коефіцієнта розподілу навантажень K_p , що визначається за формулою

$$K_p = \sum_{i=1}^n \left[\frac{C_i}{C_T} \cdot \left(\frac{P_i}{P_{\max}} \right)^m \right], \quad (1.1)$$

де C_i – середня кількість робочих циклів з частинним рівнем маси вантажу P_i ;

C_T – сумарна кількість робочих циклів за весь термін служби крана;

P_i – значення мас окремих вантажів (рівні навантаження) за типового використання крана; P_{\max} – маса найбільшого вантажу (номінальний вантаж), який дозволяється піднімати краном;

$m = 3$.

Таблиця 1.1

Групи класифікації (режиму роботи) кранів у цілому		Клас використання										
		нерегулярне використання					регулярне використання					
Режим навантаження	Коефіцієнт розподілу навантаження	Характеристика вантажів, що піднімаються кранами	U ₀	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆	U ₇	U ₈	U ₉
			Максимальна кількість циклів за заданий термін експлуатації									
			1,6·10 ⁴	3,2·10 ⁴	6,3·10 ⁴	1,25·10 ⁵	2,5·10 ⁵	5·10 ⁵	1·10 ⁶	2·10 ⁶	4·10 ⁶	Понад 4·10 ⁶
Q1 – легкий	0,125	легкі – регулярно, а номінальні – зрідка			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q2 – середній	0,25	середні – регулярно, а номінальні – досить часто		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Q3 – важкий	0,5	важкі – регулярно, а номінальні – часто	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8		
Q4 – дуже важкий	1,0	близькі до номінальних – регулярно	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8			

Сумарна кількість робочих циклів за весь термін служби крана

$$C_T = \sum_{i=1}^n C_i . \quad (1.2)$$

1.3. Особливості кранів на залізничному ходу

На станціях, під'їзних коліях і перегонах завжди існують потреби в завантаженні і розвантаженні рухомого складу, перевантаженні з одного транспортного засобу в інший. У місці виконання таких робіт часто відсутні засоби механізації. У цих умовах зручно використовувати КЗХ (рис. 1.1). А у випадках ліквідації наслідків аварій на залізниці альтернативи цим кранам просто нема.



Рис. 1.1. Крани на залізничному ходу

Стріловий КЗХ може транспортуватися (без розбирання) власним ходом, окремим локомотивом, автодрезиною або у складі потяга.

Вантажопідйомність КЗХ для вантажно-розвантажувальних робіт складає від 6,3 до 125 т, для монтажних робіт – до 160 т, швидкість пересування власним ходом – від 4 до 13 км/год. КЗХ бувають дво-, чотири- і шестивісні. Кількість осей залежить від вантажопідйомності та ваги крана. Навантаження на кожну з осей не має перевищувати допустиме, яке визначається міцністю

залізничної колії. Крани вантажопідйомністю до 10 т виконують двовісними. Під час роботи вони спираються тільки на колеса. Крани вантажопідйомністю від 16 до 25 т виконують чотири-вісними (на двох двовісних візках), до 50 т – шестивісними (на двох тривісних візках).

До робочого обладнання кранів входить нормальна або подовжена стріла з вильотом від 4 до 26 м, що забезпечує висоту підймання вантажу від 5 до 25 м, а також вантажозахоплювальні пристрої, які застосовуються для різних видів робіт (гакові підвіски, електромагніти, грейферні та спеціалізовані захоплювачі).

КЗХ належать до універсальних кранів, хоча через спосіб пересування можуть працювати тільки там, де прокладена колія стандартної ширини 1520 мм. Потреба в цих кранах виникла в період, коли були побудовані перші залізниці. Необхідність у перевантажувальних роботах виникла як на станціях, так і перегонах. Раціональним технічним рішенням стало створення вантажопідйомної машини на залізничному ходу, яка здатна пересуватися самостійно по рейках. Так з'явилися перші КЗХ, спочатку з ручним, а потім і механічним приводом. Першим механічним приводом був паровий. Такі крани працювали аж до початку 1980-х років (до них належать крани з індексом ПК).

Коли на зміну паровим машинам прийшли двигуни внутрішнього згоряння (ДВЗ), на крани почали встановлювати бензинові та дизельні двигуни, які за допомогою складної механічної трансмісії з муфтами зчеплення передавали обертальний момент безпосередньо від (ДВЗ) до робочого органу (крани з індексом МК).

На зміну кранам з безпосереднім механічним приводом прийшли дизель-електричні крани. ДВЗ приводить в обертання генератор, електричний струм, що виробляється, живить електродвигуни приводів механізмів крана та допоміжні системи: освітлення, опалювання і т. п. З точки зору економії паливно-мастильних матеріалів ці крани мають ще й ту перевагу, що можуть працювати від стаціонарної трифазної лінії електропередач напругою 380 В. Це крани типу КДЭ, КЖДЭ, КЖ.

Для підймання вантажу крани можуть установлюватись на виносні опори (аутригери), що підвищує стійкість і за однакового вильоту стріли збільшує вантажопідйомність. У кранах невеликої вантажопідйомності, що працюють без виносних опор, для підймання вантажу необхідно вимикати ресори, оскільки обертання поворотної частини крана змінює вигин ресор і викликає коливання. З цією метою між ресорою і нижньою полицею неповоротної рами вставляють чавунні бруски або встановлюють гідравлічні штовхачі.

Крани нормального виконання виготовляються з прямою стрілою і вантажопідйомним гаком з відповідним комплектом канатів. За замовленням кран може бути обладнаний грейфером для сипких матеріалів, грейферним захоплювачем для перевантаження лісу, вантажопідйомним електромагнітом, Г-подібною метровою стрілою, а також вставкою для подовження стріли, яка подовжує стрілу до 20 м. Сучасні КЗХ мають багатомоторний електричний привод. Це дозволяє здійснювати незалежні рухи механізмів крана, а також поєднувати операції. Живлення може здійснюватися від власного дизель-генератора або безпосередньо від зовнішньої мережі змінного струму напругою 380 В. Крани оснащуються електрогідравлічними колодковими гальмами, обмежувачами висоти підймання, вильоту стріли та вантажопідйомності. Для транспортування КЗХ потрібна додаткова залізнична платформа.

Для скорочення часу переведення з транспортного в робоче положення на сучасних кранах встановлюють комбіновані приводи: дизель-електро-гідравлічний і дизель-гідравлічний. У першому випадку гідропривод використовується для установлення аутригерів, а в другому – для привода всіх механізмів крана.

1.4. Транспортування кранів на залізничному ході

Під час прямування крана у складі потяга (рис. 1.2) необхідно задовольняти вимоги безпеки руху. Кран під час руху чинить динамічний вплив на колію і сам, як рухома одиниця, має бути стійким для прямування в потягах з певною швидкістю.



Рис. 1.2. Кран ЕДК-300 в транспортному положенні

Величина динамічного впливу на колію залежить від конструкції крана, навантажень на осі, системи ресорного підвішування. Тому для кожного типу КЗХ встановлюється порядок транспортування у складі потяга, який викладається в заводській інструкції.

Готовність пред'явленого до відправлення крана перевіряється на станціях спеціальною комісією з фахівців, які призначаються начальниками відділень залізниць, локомотивного депо, вагонної дільниці, а в окремих випадках – дистанції колії. Скликання комісії і огляд крана організовує начальник станції відправлення. Про правильність підготовки крана до прямування у складі потяга складається акт у трьох примірниках.

Один примірник акта зберігається у відправника крана, один у справах станції відправлення і один вручається під розписку провідникові, який супроводжує кран.

Якщо під час огляду встановлено, що підготовка крана не відповідає інструкції з транспортування, кран до складу потяга не включається. Під час прямування крана у складі потяга напрям стріли назад або вперед за ходом потяга не має значення.

На кранах з двигунами внутрішнього згорання паливо з баків, олива з картера двигуна, редуктора і коробки реверса, а також вода з баків і охолоджувальної системи мають бути

спущені. Усі спускові отвори прочищають, а спускні краники залишають відкритими.

Акумуляторні батареї за зовнішньої температури нижче 0 °С знімають, утеплюють повстю і поміщають у дерев'яний ящик. Приймають також заходи проти потрапляння в батареї вологи. На електричних кранах знімають барабан (котушку) для намотування кабелю.

Усі ходові частини кранів, зчіпні та ударні прилади, гальмове обладнання оглядають і приводять у стан, що задовольняє вимоги Правил технічної експлуатації (ПТЕ) і наказів ПАТ «Укрзалізниця» для вагонів.

У зимовий період у кузові крана встановлюють піч для обігрівання провідника.

Крани супроводжуються провідниками відправника з тих осіб, що знають будову крана і правила догляду за ним. Провідник крана має бути забезпечений сигнальним приладдям; на руки йому видається технічна документація крана для передачі її адміністрації господарчої одиниці, на адресу якої відходить кран.

Під час маневрів на станціях крани з платформами при них не повинні включатися в групу вагонів, що підлягають маневруванню.

Швидкість руху потяга, у складі якого прямує кран, встановлюється за гранично допустимою швидкістю руху крана згідно з інструкцією заводу-виготівника та залежно від стану колії.

Про прямування кранів у складі потяга машиністові і головному кондукторові видається попередження з зазначенням допустимої швидкості.

Крани в неробочому стані можуть перевозитися зчепами до десяти кранів окремим локомотивом. Крани для прямування в зчепах готують так само, як і для прямування в потягах. Для забезпечення гальмування зчепу платформи, що включаються до нього, мають бути гальмовими. Для провідників, які супроводжують крани, до складу зчепу включають класний вагон або вагон-теплушку з гальмовим обладнанням.

Вагон забезпечують постіллю та інвентарем: відром, чайником, ліхтарем для освітлення, столом, двома табуретами,

умивальником і піччю для опалювання в зимовий період. Вагон для провідників ставлять у хвості зчепу, при цьому вагон-теплушка має бути обернений своїм гальмовим майданчиком у бік, протилежний напрямку руху зчепу.

На гальмовому майданчику має бути справним ручне гальмо і наявним стоп-кран. Гальмо класного вагона або теплушки під час прямування зчепу, як і потяга, обслуговує головний кондуктор. Для супроводу призначається начальник зчепу, відповідальний за безпечну і своєчасну його доставку.

Швидкість руху зчепу встановлюється за найнижчою гранично допустимою швидкістю того або іншого крана, включеного до зчепу.

На короткі (до 200 км) відстані КЗХ можуть перевозитися в робочому стані окремим локомотивом, але і в цьому випадку ходові частини кранів і їхні поворотні рами мають бути підготовлені так само, як і для прямування у складі потяга. При цьому поворотна рама додатково ув'язується за кронштейни основи стріли та за отвори вікон підлоги ходової платформи.

Грейфер або гак не знімаються. Двигун крана залишають у робочому стані. Кран забезпечують паливом, водою і оливою. Знімні противаги у кранів вантажопідйомністю 6 і 7,5 т не знімають.

Для більшості кранів швидкість пересування в робочому стані встановлена не більше 25 км/год. Кран повинен супроводжуватися машиністом.

Дизель-електричні крани серії КДЭ в робочому стані можуть транспортуватися зі швидкістю до 60 км/год. Але під час руху по стрілочних переводах на бічний напрямок швидкість не повинна перевищувати 15 км/год. Під час перевезення цих кранів у робочому стані допускається запуск дизеля з кабіни машиніста (від 800 до 900 об/хв) для прогрівання води і оливи. Підготовляють крани для проходження в робочому стані за відповідними інструкціями.

Крани, що пересилаються в ремонт, можуть включатися до складу потяга тільки тоді, коли їхні ходові частини, зчіпні прилади, гальмове обладнання за своїм станом задовольняють вимоги ПТЕ і наказів ПАТ «Укрзалізниця» для вагонів, а також забезпечують безпеку руху. В іншому випадку кран розбирають і навантажують на платформи частинами.

Для прямування кранів у складі потягів до них причіпляють залізничну платформу прикриття, до рами якої посередині довжини болтами прикріплюють спеціальні козли під стрілу (рис. 1.3). Козли виконують в усю ширину платформи; зверху вони мають металеву планку з упорами на кінцях. Стрілу крана опускають і встановлюють на козлах так, щоб на прямій ділянці колії її вісь співпала з віссю платформи, а між стрілою і козлами був проміжок від 80 до 120 мм. Кран має вписуватись у габарит для рухомого складу 02-ВМ (02-Т), встановлений ДСТУ Б В.2.3-29:2011 [3].

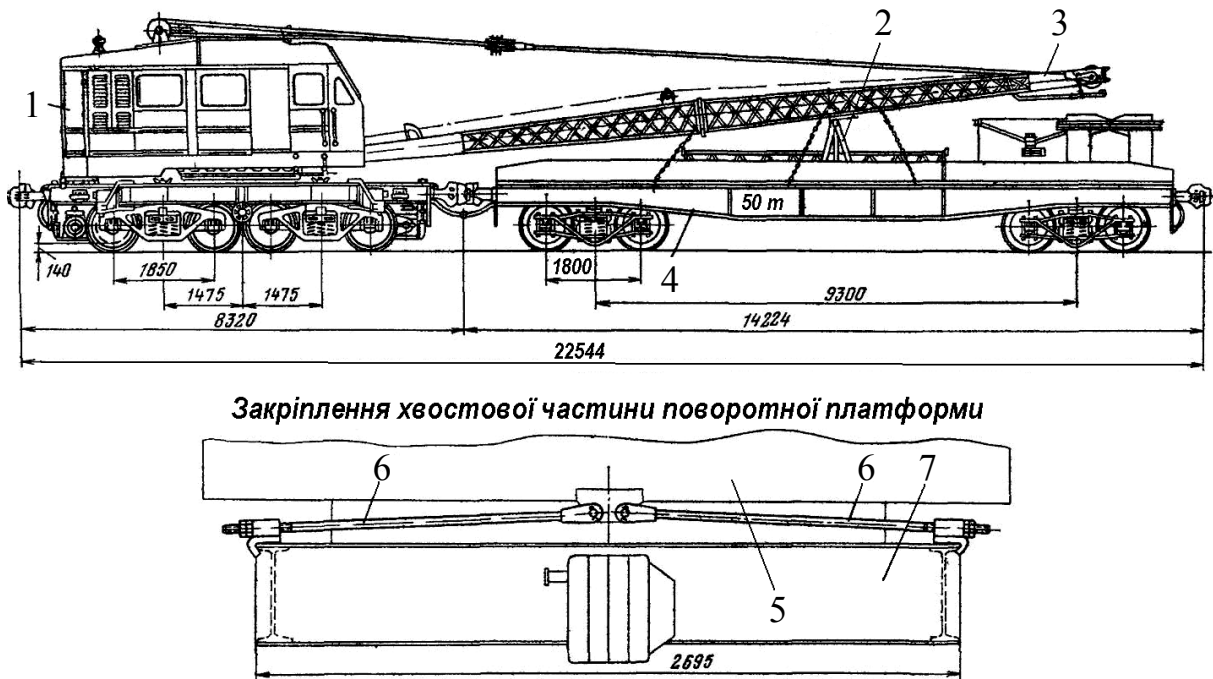


Рис. 1.3. Схема розташування крана КДЭ-151 під час транспортування:

1 – кран; 2 – козли; 3 – стріла; 4 – платформа прикриття;
5 – поворотна платформа крана; 6 – тяга; 7 – ходова платформа крана

Установлену над платформою стрілу прив'язують канатом, ланцюгом або витком з п'яти дротів товщиною по 5 мм. Довжину ув'язування підбирають так, щоб під час проходження кривих стріла могла переміщуватись від середини до кінцевих упорів на планці козел. Гак зі стріли крана має бути знятий, відчеплений від нього канат намотаний на барабан, а вільний кінець закріплений від розмотування на стрілі канатними затискачами,

тими, якими він кріпився до гака. Міжрамні клини засувають всередину рами і закривають засувками в «поїзному положенні».

Зубчасті колеса на проміжному валу механізму пересування, який знаходиться під платформою крана, виводять із зачеплення з зубчастими колесами коліс крана і в цьому положенні замикають рознімною розпірною втулкою, що знаходиться на тому самому валу.

Поворотну частину крана підпирають гвинтами домкратів, встановленими на нижній рамі, і закріплюють (рис. 1.3, 1.4). Гвинти закріплюють молотковими гайками. Через наявні в головках гвинтів отвори пропускають дрід завтовшки 6 або 8 мм. Дрід розташовують в отворах так, щоб він перешкоджав вивертанню гвинтів.



Рис. 1.4. Схема закріплення поворотної частини крана:

1 – вушко; 2 – валик; 3 – тяга; 4 – гільза; 5 – гак

Усе зняте обладнання крана: гак і грейфери, вставку стріли, балки аутригерів – укладають на додаткову платформу.

Крани КДЭ-163 і КДЭ-253 можуть транспортуватися у складі потяга зі швидкістю 80 і 60 км/год у неробочому стані після їх підготовки згідно з інструкцією з руху поїздів і маневрової роботи [10].

Крани по-різному готують для швидкостей 80 і 60 км/год. Основними розбіжностями є такі: для швидкості 80 км/год – від поворотної частини крана від'єднують знімну противагу і укладають її на ходову платформу крана з боку стріли. Поворотну частину розгальмовують, стрілу через спеціальну

металеву підставку закріплюють на платформі прикриття. Знята противага вирівнює навантаження на ходові візки, а закріплена на платформі прикриття стріла знижує поздовжні та поперечні коливання крана, що забезпечує кращу стійкість крана під час руху з підвищеною швидкістю.

Коли готують кран для транспортування *зі швидкістю 60 км/год*, поворотну частину загальмовують і додатково прикріплюють спеціальними розтяжками до ходової рами. Противагу не знімають. Стрілу опускають у транспортне положення, яке забезпечує вписування в залізничний габарит 0-ВМ (01-Т) [3]. На платформі прикриття під стрілу крана встановлюють козли, які прикріплюють до підлоги платформи скобами. Стрілу над козлами закріплюють так, щоб на прямій ділянці її вісь збігалася з віссю колії, а на горизонтальній ділянці колії стріла піднімалася над козлами на висоту від 200 до 350 мм. Стрілу кріплять до платформи розтяжками з п'яти дротів діаметром 6 мм. Розтяжки повинні мати слабину, щоб не перешкоджати переміщенню стріли поперек платформи в межах упорів металевої планки на козлах.

Крім задоволення загальних вимог, *для транспортування кранів вантажопідйомністю 6 т* до кожного крана причіпляється платформа прикриття. Як і для кранів КДЭ-151, на платформу встановлюють козли, причому так, щоб вони знаходилися на відстані $1/3$ довжини від кінця опущеної стріли.

Гак або грейфер з канатів не знімають а вільно кладуть на платформу, послабляючи вантажні і грейферні канати. Гак або грейфер укладають під стрілою крана так, щоб у кривих стріла їх не тягнула, а під ослаблені канати в місцях контакту зі стрілою кладуть підкладки з дощок і прив'язують їх до стріли дротом.

Поворотну раму крана підпирають наявними домкратами і скріплюють з ходовою рамою за допомогою спеціальних гаків, які затягують і закріплюють контргайками. Щоб домкрати не ослаблялися, головки їхніх гвинтів зв'язують між собою дротом завтовшки від 6 до 8 мм. На кранах, які не мають таких пристосувань, під задню частину поворотної платформи підкладають дерев'яний брус. Цей брус повинен мати довжину, що дорівнює ширині ходової платформи крана, а також мати вирізи для входу верхньої частини бруса між швелерами рами

крана. Щоб усунути можливий проміжок, під брус підкладають дошку відповідної товщини. Брус і дошку прикріплюють до ходової рами болтами, потім задню частину поворотної рами додатково скріплюють з ходовою рамою. Для цього витки з п'яти дротів завтовшки 5 мм пропускають через болтові отвори кріплення бункера противаги в задньому швелері поворотної рами і закріплюють за буферні стакани ходової рами крана. Скручування виконують до повного натягання. При цьому необхідно слідкувати за тим, щоб поздовжня вісь поворотної рами співпадала з віссю ходової рами. Надресорні клини виймають, для чого платформу піднімають на незначну висоту домкратами або шляхом підвішування вантажу.

1.5. Параметри і технічні характеристики стрілових кранів

Розглянемо значення термінів, які визначають основні параметри стрілових кранів.

Вантажопідйомність – найбільша допустима (номінальна) маса робочого вантажу, на піднімання якого розрахований кран (зазвичай вимірюється в тоннах). До вантажопідйомності включають масу змінних вантажозахоплювальних пристроїв.

Оскільки КЗХ можуть працювати як на виносних опорах, так і без них, то відповідно і вантажопідйомність крана може окремо визначатися для роботи на виносних опорах і без них.

Виліт стріли – відстань від осі обертання поворотної частини крана до осі вантажозахоплювального органу (вимірюється в метрах).

Вантажна характеристика (рис. 1.5) – залежність вантажопідйомності від вильоту стріли. Кран зі змінним стріловим обладнанням може мати декілька вантажних характеристик, які наводяться в паспорті крана.

Висота підіймання вантажу – відстань, на яку кран може підняти вантаж на даному вильоті стріли. Залежить від довжини стріли і довжини вантажопідйомних канатів (вимірюється в метрах).

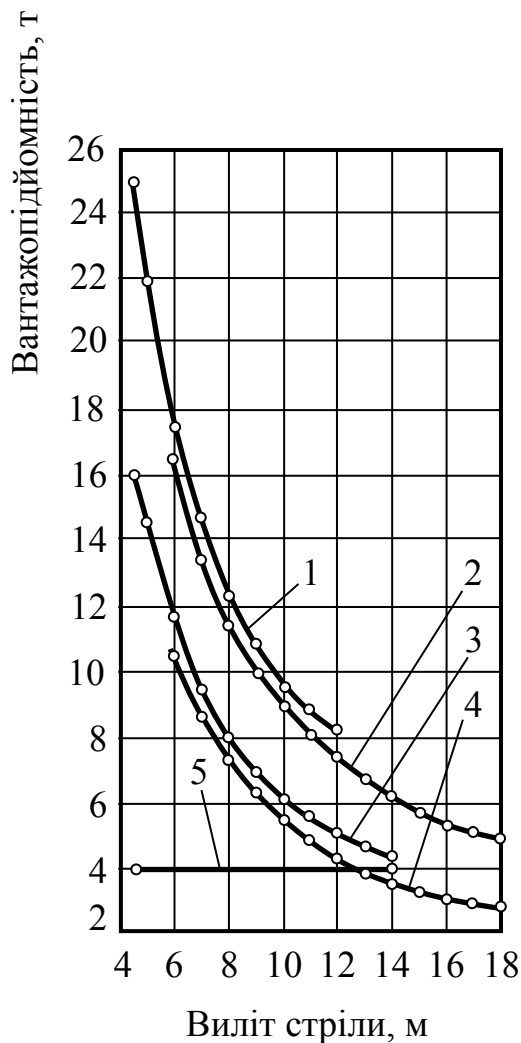


Рис. 1.5. Вантажні характеристики крана КДЭ-251:

- 1 – вантажопідйомність зі стрілою 15 м, на виносних опорах;
- 2 – вантажопідйомність зі стрілою 20 м, на виносних опорах;
- 3 – те саме, 15 м, без виносних опор; 4 – те саме, 20 м, без виносних опор; 5 – грейферна робота

Вантажна стійкість – здатність крана протистояти перекиданню під впливом ваги вантажу і додаткових навантажень. До останніх належать: інерційні сили, що виникають у період пуску або гальмування механізму повороту, зміни вильоту стріли, переміщення крана; вітрове навантаження (тиск вітру на вантаж і елементи крана); відцентрові сили, що виникають під час руху поворотної частини; вплив ухилу колії.

Власна стійкість – здатність крана протистояти перекиданню під дією вітрових навантажень і ухилу колії в неробочому стані (без вантажу).

Коефіцієнт стійкості крана – відношення утримувального моменту до перекидального.

Утримувальний момент – добуток величини ваги крана на відстань від центра мас крана до ребра перекидання. Без встановлення додаткових опор (аутригерів) ребро перекидання проходить через точки контакту ходових коліс з рейками, а зі встановленими аутригерами – через центри їхніх опорних площадок.

Перекидальний момент – сума добутків навантажень, що намагаються перевернути кран, на їх плечі. Плече – відстань від лінії дії відповідного навантаження до ребра перекидання.

Коефіцієнт вантажної стійкості крана – відношення утримувального моменту до перекидального, створюваного вагою вантажу та додатковими навантаженнями (вітровим навантаженням, інерційними силами, які виникають під час пуску та гальмування механізмів підймання вантажу, повороту і пересування крана), а також складовою ваги вантажу за найбільшого допустимого ухилу колії в бік перекидання. Значення цього коефіцієнта має бути не менше 1,15.

Коефіцієнт власної стійкості крана (без вантажу) – відношення утримувального моменту до перекидального, що створюється в неробочому стані вітровим навантаженням та ухилом колії в бік перекидання. Значення цього коефіцієнта також повинне бути не менше 1,15.

Окрім основних, існує ще низка інших параметрів крана, які належать до технічних характеристик:

- потужність силової установки;
- потужність двигунів приводів;
- швидкість підймання вантажу;
- швидкість пересування крана своїм ходом;
- швидкість транспортування крана;
- мінімальний радіус кривих, які проходить кран;
- швидкість обертання поворотної частини крана;
- час повної зміни вильоту стріли;
- власна маса крана.

1.6. Перевірка стійкості крана

Перевірку на стійкість виконують як для робочого положення крана (вантажна стійкість), так і для крана без вантажу (власна стійкість) в умовах, коли поєднання навантажень, які діють на кран, є найбільш сприятливим для його перекидання.

Визначення коефіцієнтів вантажної та власної стійкості (дивись підрозд. 1.5) здійснюється без урахування дії рейкових захоплювачів, які підвищують стійкість крана. Стійкість крана має забезпечуватись у положеннях стріли як уздовж, так і уперек колії. Через те що в більшості випадків у КЗХ ширина колії менше бази, найбільш небезпечним, а отже, і розрахунковим випадком є розташування стріли поперек колії. Для КЗХ треба враховувати перевищення однієї рейки над іншою у криволінійних ділянках колії.

Перевірка вантажної стійкості крана здійснюється для положення, коли вантаж знаходиться на максимальному вильоті, а ухил колії та вітрове навантаження сприяють перекиданню (рис. 1.6, а).

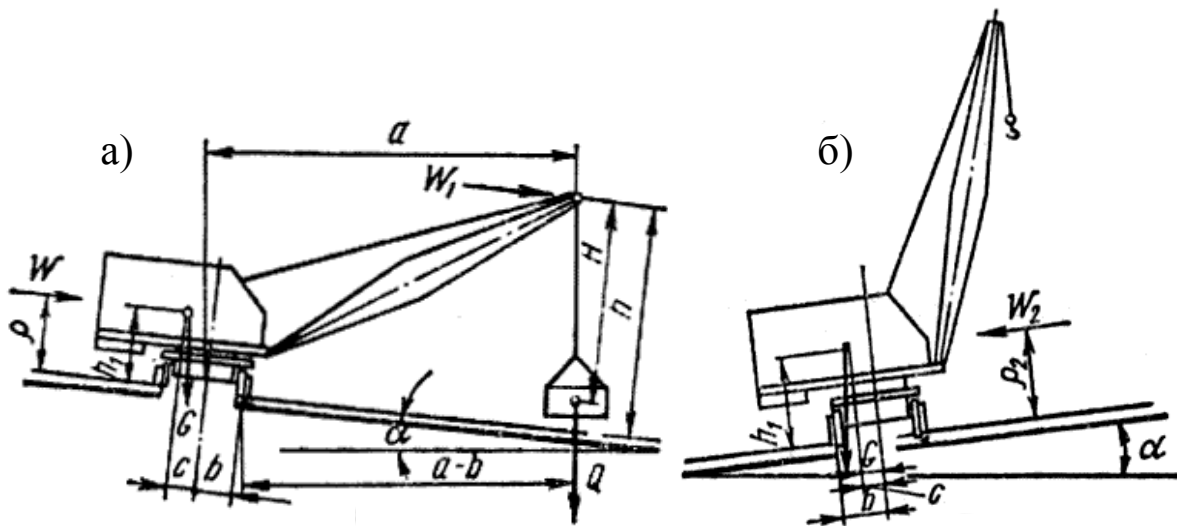


Рис. 1.6. Схеми для розрахунку стійкості крана без аутригерів:
а – вантажної; б – власної

Коефіцієнт вантажної стійкості

$$K_1 = \frac{M_{G1} - M_{w1} - \sum M_{in}}{M_Q} \geq 1,15, \quad (1.3)$$

де M_{G1} – утримувальний момент, створюваний власною вагою крана (з противагою) відносно ребра перекидання, Н·м;

$\sum M_{in}$ – сумарний момент сил інерції елементів крана і вантажу, які виникають у процесі пуску та гальмування механізмів, а також відцентрової сили під час повороту крана, Н·м;

M_{w1} – момент, створюваний вітровим навантаженням робочого стану, яке діє на навітряну площу крана і вантажу перпендикулярно до ребра перекидання та паралельно поверхні, на якій встановлено кран, Н·м;

M_Q – момент, створюваний вагою номінального вантажу відносно того самого ребра перекидання, Н·м.

Утримувальний момент, Н·м,

$$M_{G1} = G \cdot [(b+c) \cdot \cos\alpha - h_1 \cdot \sin\alpha], \quad (1.4)$$

де G – власна вага крана, Н;

b, c – відстань від осі повороту до ребра перекидання і до центра мас крана відповідно (дивись рис. 1.6, а), м;

α – кут ухилу колії, приймається $\alpha=3^\circ$ (на аутригерах); $\alpha=5^\circ$ (без аутригерів);

h_1 – відстань від центра мас крана до площини, що проходить через точки опорного контуру, м.

Момент, створюваний вітровим навантаженням, Н·м,

$$M_{w1} = W \cdot \rho + W_1 \cdot h, \quad (1.5)$$

де W – вітрове навантаження, яке діє на навітряну площу крана, Н;

ρ – відстань від центра вітрового навантаження крана до площини, що проходить через точки опорного контура, м;

W_1 – вітрове навантаження, яке діє на навітряну площу вантажу, м;

h – плече сили вітру, що діє на вантаж, м. Оскільки вантаж підвішений на гнучкому канаті, вважаємо, що точка прикладення

вітрового навантаження лежить на осі блоків оголовка стріли, h – це відстань від цієї осі до площини, яка проходить через точки опорного контура, м.

Вітрове навантаження, H ,

$$W = p \cdot A \cdot k_z, \quad (1.6)$$

де p – розподілене вітрове навантаження на одиницю розрахункової площі, приймається $p=250$ Па;

A – площа навітряної поверхні (обмежується контурами крана або вантажу), m^2 ;

k_z – коефіцієнт заповнення навітряної поверхні (для суцільної поверхні $k_z=1$; для решітчастих конструкцій приймається в межах від 0,3 до 0,4).

Примітка. Величина A для вантажу приймається залежно від його маси згідно з рекомендаціями стандарту.

Момент, створюваний вагою вантажу (дивись рис. 1.6, а), $H \cdot m$,

$$M_Q = Q \cdot (a - b), \quad (1.7)$$

де Q – вага вантажу, H ;

a – виліт стріли, м;

b – відстань від осі повороту до ребра перекидання, м.

Примітка. Через малий кут ухилу колії ним у формулі (1.7) знехтували (значення $\sin \alpha$ близьке до одиниці).

У розрахунках сумарного моменту сил інерції $\sum M_{in}$ варто враховувати можливість *суміщення операцій* підймання вантажу і повороту крана. Якщо є можливим суміщення операцій підймання вантажу, повороту і пересування крана, необхідно перевірити вантажну стійкість крана в напрямку його руху. При цьому враховують перекидальний момент сил інерції, який виникає у періоди розгону і гальмування механізму пересування крана.

Горизонтально направлена відцентрова сила, яка виникає під час повороту крана (рис. 1.7), H ,

$$P_{вц} = m \cdot \omega^2 \cdot r_{вц}, \quad (1.8)$$

де m – маса вантажу, кг;

ω – кутова швидкість повороту крана, рад/с;
 $r_{вц}$ – радіус розташування центра мас вантажу під час повороту, м.

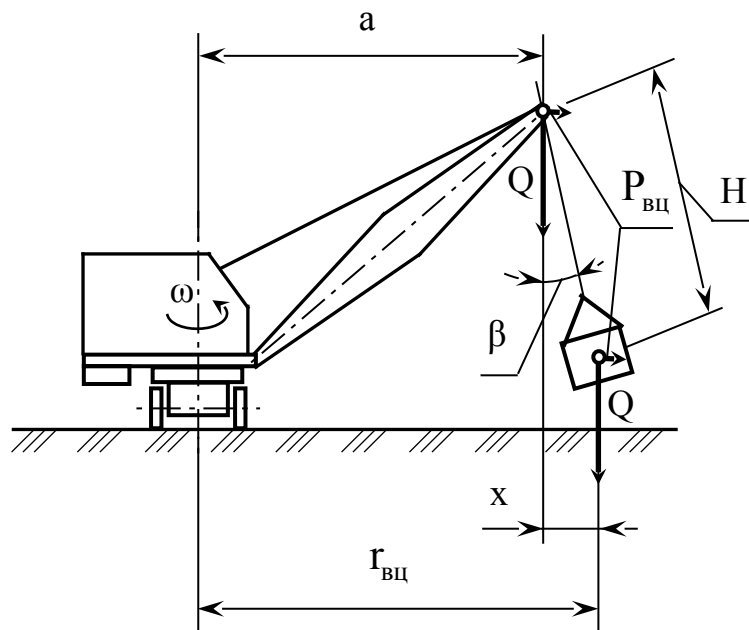


Рис. 1.7. Схема до розрахунку відцентрової сили
 Перекидальний момент, що створює відцентрова сила, Н·м,

$$M_{вц} = P_{вц} \cdot H. \quad (1.9)$$

Під дією відцентрової сили вантаж відхиляється на кут β і радіус розташування його центра мас перевищує висіт a на величину, м,

$$x = H \cdot \text{tg}\beta; \quad (1.10)$$

$$\text{tg}\beta = \frac{P_{вц}}{m \cdot g}, \quad (1.11)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с².

Приймаємо

$$\pi^2 \approx g; \quad \pi^2 \approx 10; \quad (1.12)$$

$$r_{вц} = a + \frac{H \cdot P_{вц}}{m \cdot g}; \quad (1.13)$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (1.14)$$

де n – частота обертання поворотної частини крана, об/хв.

Підставивши вирази (1.12)–(1.14) у вираз (1.8), після перетворень отримаємо, Н,

$$P_{\text{вц}} = \frac{10 \cdot m \cdot n^2 \cdot a}{900 - n^2 \cdot H}. \quad (1.15)$$

Після підстановки виразу (1.15) у вираз (1.9) отримаємо перекидальний момент, що створює відцентрова сила, Н·м,

$$M_{\text{вц}} = \frac{10 \cdot m \cdot n^2 \cdot a \cdot H}{900 - n^2 \cdot H}. \quad (1.16)$$

Сила інерції вантажу, який рухається поступально (розганяється під час підймання та гальмується під час опускання), співпадає за напрямком із силою тяжіння. У розрахунку стійкості крана сила інерції вважається такою, що прикладена до осі блоків оголовка стріли, і визначається за формулою, Н,

$$P_{\text{ів}} = \frac{m \cdot v_{\text{в}}}{t}, \quad (1.17)$$

де m – маса вантажу, кг;

$v_{\text{в}}$ – усталене значення швидкості підймання або опускання вантажу, м/с;

t – тривалість розгону або гальмування, с.

Перекидальний момент від сили інерції вантажу, Н·м,

$$M_{\text{ів}} = \frac{m \cdot v_{\text{в}} \cdot (a - b)}{t}, \quad (1.18)$$

де a – виліт стріли (дивись рис. 1.6, а), м;

b – відстань від осі повороту до ребра перекидання, м.

Горизонтальні сили інерції, що діють на кран $P_{\text{ікг}}$ і вантаж $P_{\text{івг}}$ під час пуску або гальмування механізму пересування крана, Н,

$$P_{\text{ікг}} = \frac{m_{\text{к}} \cdot v_{\text{к}}}{t_{\text{г}}}, \quad P_{\text{івг}} = \frac{m \cdot v_{\text{к}}}{t_{\text{г}}}, \quad (1.19)$$

де $m_{\text{к}}$ – власна маса крана, кг;

$v_{\text{к}}$ – номінальна швидкість пересування крана, м/с;

$t_{\text{г}}$ – тривалість неусталеного процесу руху крана, с.

Варто мати на увазі, що для перекидання крана силами інерції, які виникають під час розгону і гальмування, розкачування вантажу та діють короткочасно, необхідно повернути кран відносно ребра перекидання на деякий кут, тобто витратити певну роботу. За дуже короткої дії інерційних сил кран не перекинеться, навіть якщо запас стійкості виявиться недостатнім. Таким чином, на стійкість крана за дії короткочасних сил інерції основний вплив має не значення перекидального моменту від інерційних сил, а *робота перекидання*, що розвивається за час дії цих сил.

Вплив ухилу колії та сил інерції на стійкість крана збільшується зі збільшенням висоти розташування центра мас крана і противаги. Тому якщо, наприклад, баки для пального розташовані таким чином, що їх заповнення зменшує стійкість крана, то в розрахунках їх приймають повністю наповненими. У протилежному випадку їх вважають порожніми.

Коефіцієнт вантажної стійкості визначається також без урахування додаткових навантажень і ухилу колії (рис. 1.8):

$$K_1 = \frac{M'_{G1}}{M_Q} \geq 1,4, \quad (1.20)$$

де M'_{G1} – утримувальний момент без урахування ухилу колії, Н·м;

M_Q – перекидальний момент, створюваний вагою вантажу (дивись формулу (1.7)), Н·м.

Для перевірки *власної стійкості* кран розглядається з мінімальним вильотом стріли, без вантажу, з креном у бік противаги та з вітровим навантаженням неробочого стану W_2 , яке діє в бік перекидання (дивись рис. 1.6, б).

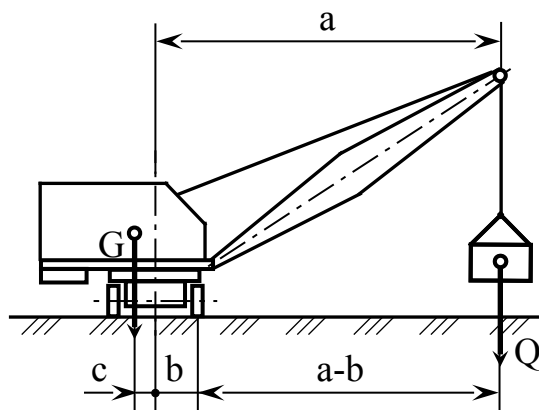


Рис. 1.8. Схема для розрахунку стійкості крана без урахування додаткових навантажень і ухилу колії

Коефіцієнт власної стійкості

$$K_2 = \frac{M_{G2}}{M_{W2}} \geq 1,15, \quad (1.21)$$

де M_{G2} – утримувальний момент, створюваний власною вагою крана відносно ребра перекидання, Н·м;

M_{W2} – момент, створюваний вітровим навантаженням неробочого стану, яке діє на навітряну площу крана перпендикулярно до ребра перекидання та паралельно поверхні, на якій встановлено кран, Н·м.

$$M_{G2} = G \cdot [(b - c) \cdot \cos \alpha - h_1 \cdot \sin \alpha], \quad (1.22)$$

де пояснення значень символів ті самі, що у формулі (1.4) (дивись рис. 1.6, б);

$$M_{W2} = W_2 \cdot \rho_2, \quad (1.23)$$

де W_2 – вітрове навантаження неробочого стану, яке діє на навітряну площу крана (дивись формулу (1.6)), Н;

ρ_2 – відстань від центра вітрового навантаження крана до площини, що проходить через точки опорного контура (дивись рис. 1.6, б), м.

У перевірці власної стійкості крана вплив додаткових опор не враховується.

Для попередніх розрахунків можна користуватися даними про зниження запасу стійкості КЗХ залежно від різних чинників:

- а) від максимально допустимого ухилу колії (без аутригерів) – від 20 до 25 %;
- б) просідання рейок під краном – від 2 до 3 %;
- в) сил інерції під час пуску або гальмування механізму підймання вантажу – від 8 до 10 %;
- г) сил інерції під час повороту крана – від 3 до 5 %;
- д) застосування подовжених стріл – до 10 %.

Усі стрілові крани повинні обладнуватись автоматичними обмежувачами вантажопідйомності, які спрацьовують, коли вантажний момент перевищує допустимий на 10 %.

Перевірку стійкості стрілових кранів здійснюють у процесі статичних випробувань під час повного технічного огляду (у момент уведення в експлуатацію та періодично один раз на три роки). Випробування проводяться на горизонтальній ділянці колії. При цьому стріла встановлюється перпендикулярно до поздовжньої осі крана, її виліт відповідає найбільшій вантажопідйомності крана згідно з вантажною характеристикою (дивись рис. 1.5). Здійснюється підймання вантажу на висоту від 100 до 200 мм. Маса вантажу перевищує вантажопідйомність крана на 25 %.

1.7. Продуктивність стрілового крана

Продуктивність крана – кількість вантажів, переміщених у процесі монтажних або вантажно-розвантажувальних робіт за одиницю часу. Одиниці вимірювання продуктивності: т/год; т/змінa; т/р., або, наприклад, для насипних вантажів: м³/год; м³/змінa; м³/р. Продуктивність є одним з основних параметрів крана, що характеризує його технічні можливості. Продуктивність може бути визначена розрахунковим шляхом

(розрахункова продуктивність), а також на підставі статистичних даних або хронометражних спостережень (фактична продуктивність). Розрізняють три категорії продуктивності: конструктивну, технічну та експлуатаційну.

Конструктивна продуктивність, яку ще називають теоретичною або розрахунковою, – це кількість вантажів, перероблених протягом одиниці часу *безперервної роботи* за розрахункових значень швидкості робочих рухів і навантажень.

Конструктивна продуктивність крана, т/год,

$$P_k = \frac{3600 \cdot Q_{\text{ном}}}{T_{\text{цт}}}, \quad (1.24)$$

де $Q_{\text{ном}}$ – номінальна вантажопідйомність крана (маса вантажу, що переміщується за один робочий цикл), т;

$T_{\text{цт}}$ – теоретична тривалість одного робочого циклу, с,

$$T_{\text{цт}} = \frac{H_{\text{пв}}}{V_{\text{пв}}} + \frac{H_{\text{ов}}}{V_{\text{ов}}} + \frac{\alpha_{\text{пк}}^{\text{зч}} + \alpha_{\text{пк}}^{\text{пч}}}{6 \cdot n} + \frac{\Delta a}{V_{\text{вс}}} + \frac{L_{\text{пк}}}{V_{\text{пк}}}, \quad (1.25)$$

де $H_{\text{пв}}$, $H_{\text{ов}}$ – сумарна висота підймання і опускання вантажу за цикл відповідно, м;

$V_{\text{пв}}$, $V_{\text{ов}}$ – швидкість підймання і опускання вантажу відповідно, м/с;

$\alpha_{\text{пк}}^{\text{зч}}$, $\alpha_{\text{пк}}^{\text{пч}}$ – сумарний кут повороту крана протягом циклу за годинниковою стрілкою і проти неї відповідно, град;

n – частота обертання поворотної частини крана, об/хв;

Δa – сумарна зміна вильоту стріли за цикл, м;

$V_{\text{вс}}$ – середня швидкість зміни вильоту стріли, м/с;

$L_{\text{пк}}$ – сумарний шлях переміщення крана за цикл, м;

$V_{\text{пк}}$ – швидкість пересування крана, м/с.

Примітки:

1. Зміна вильоту стріли обмежується вантажними характеристиками крана (дивись рис. 1.5).

2. У випадку роботи крана на аутригерах $L_{\text{пк}}=0$.

Конструктивна продуктивність характеризує якість самого крана і не враховує реальні виробничі умови роботи, зокрема тривалість ручних операцій (стропування, наведення та

установлення вантажу). Конструктивна продуктивність разом з іншими технічними показниками використовується для порівняльної оцінки технічного рівня нових проектованих кранів.

Технічна продуктивність – найвища продуктивність, яка характеризує максимальні виробничі можливості крана, що досягаються за повного використання його конструктивних властивостей (робота на граничних швидкостях з найбільшим у даних умовах суміщенням операцій, найбільш повним використанням вантажопідйомності за кожний цикл), в умовах прогресивної організації і технології робіт.

Технічна продуктивність крана, т/год,

$$\Pi_{\tau} = \frac{3600 \cdot m_{\text{ц}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (1.26)$$

де $m_{\text{ц}}$ – маса вантажу, що переміщується за один робочий цикл, т;
 $T_{\text{ц}}$ – фактична тривалість робочого циклу, с,

$$T_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{тг}} \cdot \varphi_0}{k_{\text{тг}}} + t_{\text{зв}} + t_{\text{вв}}, \quad (1.27)$$

де $T_{\text{тг}}$ – теоретична тривалість робочого циклу (дивись формулу (1.26)), с;

φ_0 – коефіцієнт суміщення операцій машиністом під час керування краном (рис. 1.9), $k_{\text{со}} \leq 1$. Можна приймати $k_{\text{со}}$ у межах від 0,7 до 0,8 [20];

$k_{\text{тг}}$ – коефіцієнт, що враховує зменшення середніх швидкостей механізмів за рахунок пуску і гальмування (відношення середньої фактичної швидкості до теоретичної), $k_{\text{тг}} < 1$. У загальному випадку можна приймати $k_{\text{тг}} = 0,9$;

$t_{\text{зв}}$ – час, що витрачається на застроплення вантажу, с. Для кранів, які обладнані автоматичними захоплювачами $t_{\text{зв}}$ можна приймати в межах від 10 до 15 с, для кранів, які обладнані канатними стропами, – від 25 до 35 с [20];

$t_{\text{вв}}$ – час, що витрачається на відстроплення (вивільнення) вантажу, с. У загальному випадку $t_{\text{вв}}$ можна приймати у межах від 5 до 12 с [20].

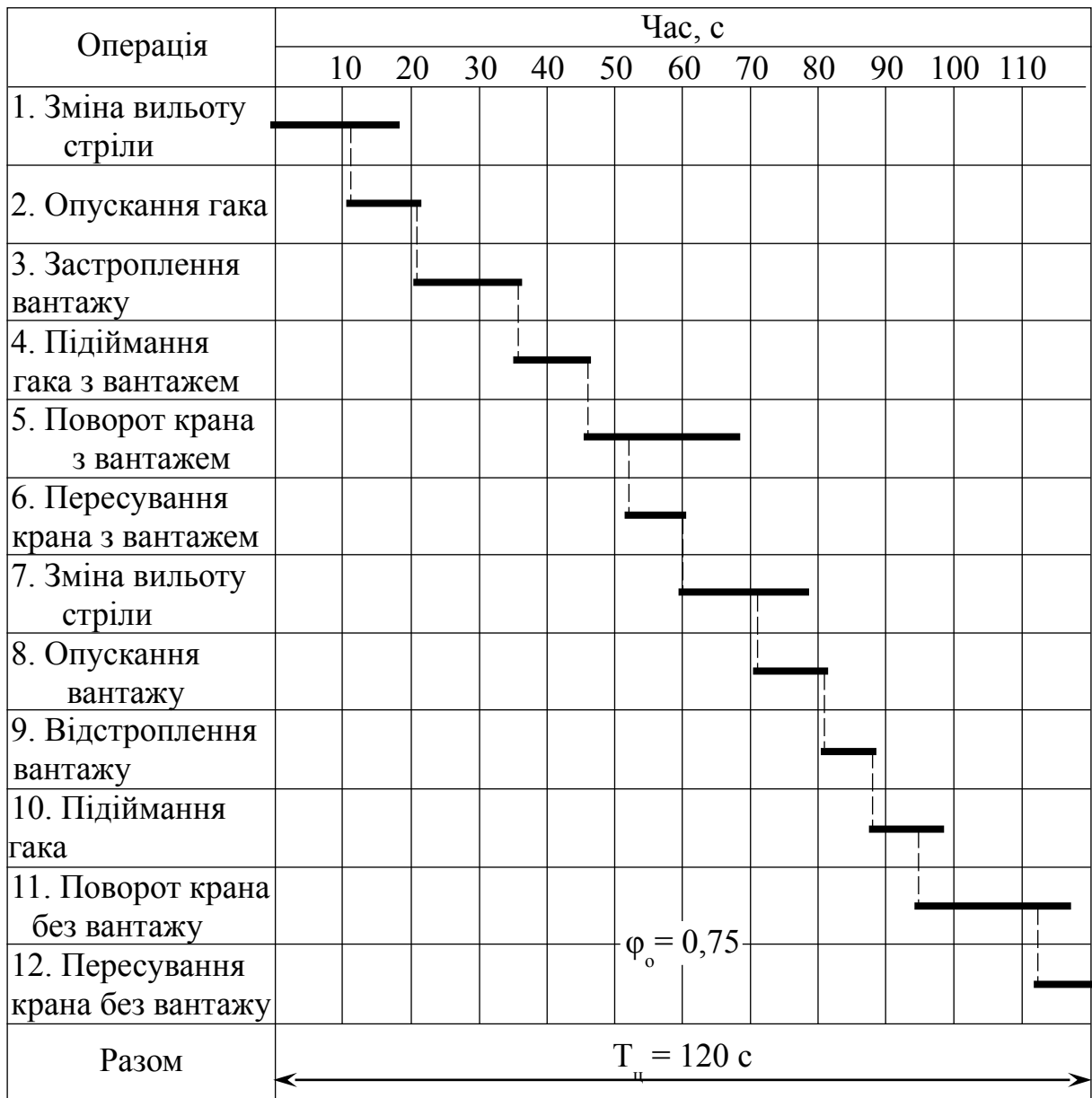


Рис. 1.9. Циклограма роботи стрілового крана

Технічна продуктивність служить для визначення ефективності застосування крана в конкретних виробничих умовах, оцінювання ступеня використання одного крана або парку кранів у будівельно-монтажній організації, а також для підбирання комплекту машин, що працюють разом із краном.

Експлуатаційна продуктивність – середньогодинна продуктивність протягом зміни у виробничих умовах з урахуванням перерв у роботі крана з організаційних (наприклад,

обідня перерва) і технологічних причин (наприклад, підготовчо-заклучні операції, зміна робочого обладнання).

Годинна експлуатаційна продуктивність крана, т/год,

$$\Pi_e^{\text{год}} = \Pi_T \cdot k_v, \quad (1.28)$$

де Π_T – технічна продуктивність (дивись формулу (1.27)), с;

k_v – загальний експлуатаційний коефіцієнт використання крана в часі, який враховує перерви з організаційних і технологічних причин, k_v можна приймати в межах від 0,75 до 0,85 [20].

На відміну від Π_k і Π_T , які визначаються за 1 год роботи крана, експлуатаційна продуктивність розраховується не тільки за 1 год, а й за робочу зміну або експлуатаційний період, наприклад місяць, рік. Продуктивність за зміну є основою для технічного нормування та розрахунку терміну виконання заданого об'єму перевантажувальних робіт, т/зміна:

$$\Pi_e^{\text{зм}} = \Pi_e^{\text{год}} \cdot T_{\text{зм}}, \quad (1.29)$$

де $\Pi_e^{\text{год}}$ – годинна експлуатаційна продуктивність крана, т/год (дивись формулу (1.28));

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год.

Експлуатаційна продуктивність крана за заданий експлуатаційний період

$$\Pi_e^{\text{екс}} = \Pi_e^{\text{зм}} \cdot T_{\text{екс}} \cdot k_{\text{гот}}, \quad (1.30)$$

де $\Pi_e^{\text{зм}}$ – продуктивність за зміну, т/зміна (формула (1.29));

$T_{\text{екс}}$ – кількість робочих змін за експлуатаційний період;

$k_{\text{гот}}$ – коефіцієнт готовності, що враховує перерви з непередбачених причин (відсутність фронту робіт, палива, затримки у процесі транспортування крана до місця робіт тощо).

Експлуатаційна продуктивність крана залежить від низки постійних і змінних чинників. *Постійними чинниками є* вантажопідйомність, розміри робочого обладнання крана, швидкості механізмів, конструкція аутригерів, система зв'язку та сигналізації.

Змінними чинниками є вид вантажу (штучний, пакетований, довгомірний, великогабаритний); кваліфікація машиніста, монтажників, стропальників, ремонтників; вид виконуваних робіт (монтажні, вантажно-розвантажувальні, підйомно-транспортні); розміри монтажно-площадки та характеристика споруди (на монтажних роботах); фронт робіт; ступінь підготовки вантажного майданчика; суміщення операцій; ув'язування з іншими машинами на об'єкті.

Контрольні питання

1. На які дві групи поділяються підйомно-транспортні машини за принципом дії? Основна відмінність між цими групами та приклади машин для них.

2. Як класифікуються вантажопідйомні крани за призначенням, ступенем мобільності та конструкцією?

3. Як класифікуються вантажопідйомні крани за способом пересування, родом привода та способом приведення механізмів у рух?

4. Як позначаються та залежно від чого визначаються режими роботи кранів?

5. На яких роботах використовуються крани на залізничному ході?

6. Які приводи використовуються у кранах на залізничному ході? Дайте їх порівняльну характеристику.

7. Дайте визначення поняттям «вантажопідйомність», «виліт стріли» та «вантажна характеристика».

8. Дайте визначення поняттям «вантажна стійкість», «власна стійкість» і «коефіцієнт стійкості крана».

9. Як здійснюється перевірка вантажної стійкості крана?

10. Як здійснюється перевірка власної стійкості крана?

11. Дайте визначення конструктивної, технічної та експлуатаційної продуктивності.

12. Від чого залежить експлуатаційна продуктивність крана?

2. МЕХАНІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ТА ПРИЛАДИ БЕЗПЕКИ

2.1. Ходова і поворотна частини

Усі моделі КЗХ мають схожу будову, що визначається специфікою їх роботи. Для пересування крана по рейках і передачі ваги від крана і вантажу на рейки або на виносні опори використовується ходова частина крана (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Кран ЕДК-300/200 під час роботи:
1 – ходова частина; 2 – поворотна частина;
3 – кабіна керування; 4 – стріла; 5 – портал

Ходова частина складається з залізничних візків, ходової рами, яка спирається на візки і має два автозчепи, механізмів пересування крана, гальмівного устаткування вагонного типу, яке призначене для гальмування під час руху крана у складі потяга.

Ходова частина, окрім того, що сприймає навантаження, ще і дає можливість підвищити стійкість крана. Чим більша маса ходової частини, тим вищий коефіцієнт стійкості крана і його вантажопідйомність без виносних опор.

Навантаження має рівномірно розподілятися між осями ходових коліс. Зі збільшенням вантажопідйомності крана збільшується і кількість осей візків. Наприклад, крани вантажопідйомністю від 16 до 32 т мають два двовісні візки; крани вантажопідйомністю від 50 до 80 т – два тривісні візки, а вантажопідйомністю від 100 до 125 т – два чотиривісні візки.

Основою *поворотної частини* крана є рама, на якій змонтована більшість вузлів і агрегатів крана. З переднього боку поворотної рами на вушках кріпляться стріла і портал (рис. 2.1). Із цього ж боку на ділянці рами, яка виступає, встановлена кабіна керування. Із заднього боку встановлена противага і силова установка. Дизель-генераторна установка, механізми підймання вантажу, зміни вильоту стріли та повороту розміщені в машинному приміщенні.

Крани великої вантажопідйомності, які працюють з різними типами вантажів, зазвичай мають, окрім основного механізму підймання, ще і допоміжний. Це обумовлено тим, що швидкість підймання і переміщення вантажів, близьких за масою до вантажопідйомності крана, дуже низька, що призводить до збільшення часу роботи крана і зниження продуктивності.

Тому для підймання вантажів великої маси використовують основний механізм підймання вантажу, що має низьку швидкість підймання-опускання, а для підймання вантажів порівняно малої маси використовують механізм допоміжного підймання, який має високу швидкість підймання-опускання. Одночасна робота основного і допоміжного механізмів підймання не допускається.

Усі механізми кранів є нормально замкненими, тобто в працюючому стані вони загальмовані. Це дозволяє уникнути приведення в рух крана або окремого механізму під дією вантажу або атмосферного впливу.

Розгальмовуються механізми за допомогою електрогідроштовхачів, які вступають у роботу одночасно з увімкненням привода.

Поворотна частина крана опирається на ходову через опорно-поворотний пристрій (рис. 2.2), який є підшипником і дозволяє здійснювати поворот з мінімальним опором.

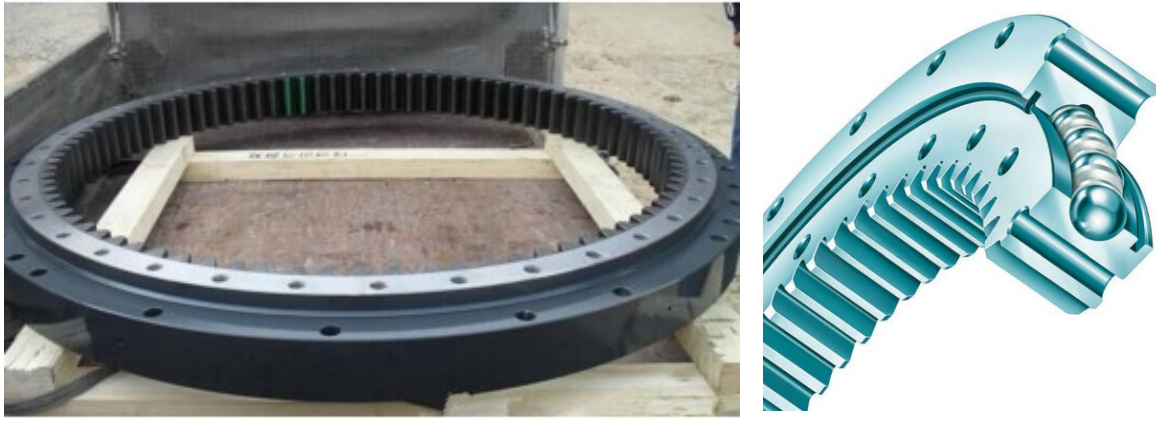


Рис. 2.2. Опорно-поворотний пристрій кранів КДЭ-161, КДЭ-163, КДЭ-251, КДЭ-253

2.2. Упряжний пристрій крана

Як упряжний пристрій на кранах встановлюють автозчеп вагонного типу СА-3 (рис. 2.3), який складається з корпусу, привода розчеплення, ударно-центрувального та упряжного пристроїв з поглинальним апаратом.

Корпус автозчепу призначений для зчеплення і передачі розтяжних і стискальних зусиль, що виникають під час зчеплення. Усередині корпусу розміщений зчпний механізм, який після удару і натиснення автозчепів один на одного автоматично і міцно зчіпляє їх. Розчіпляються автозчепи двоплечим важелем, закріпленим на буфері ноги бруса. Корпус автозчепу опускається на балку, яка вільно підвішується на двох підвісках. Це дає можливість крану вписуватися в криві.

Поглиналильний апарат призначений для передачі ударно-тягових зусиль від корпусу автозчепу на раму і пом'якшення їх дії. Стискальні ударні зусилля передаються через упорну плиту 3 поглинальному апарату, який пом'якшує ці зусилля і через косинець 1 передає їх на раму. Розтяжні зусилля сприймаються тяговим хомутом 2, з'єднаним з автозчепом через клин 5. Розтяжні зусилля також передаються на поглинальний апарат, який, пом'якшивши, передає їх рамі через передній косинець 4. Ударні зусилля пом'якшуються внаслідок того, що стискаються пружини, а фрикційні клини розсуваються конусом і

притискаються до стінок корпусу, виникають сили тертя, що загальмовують рух.

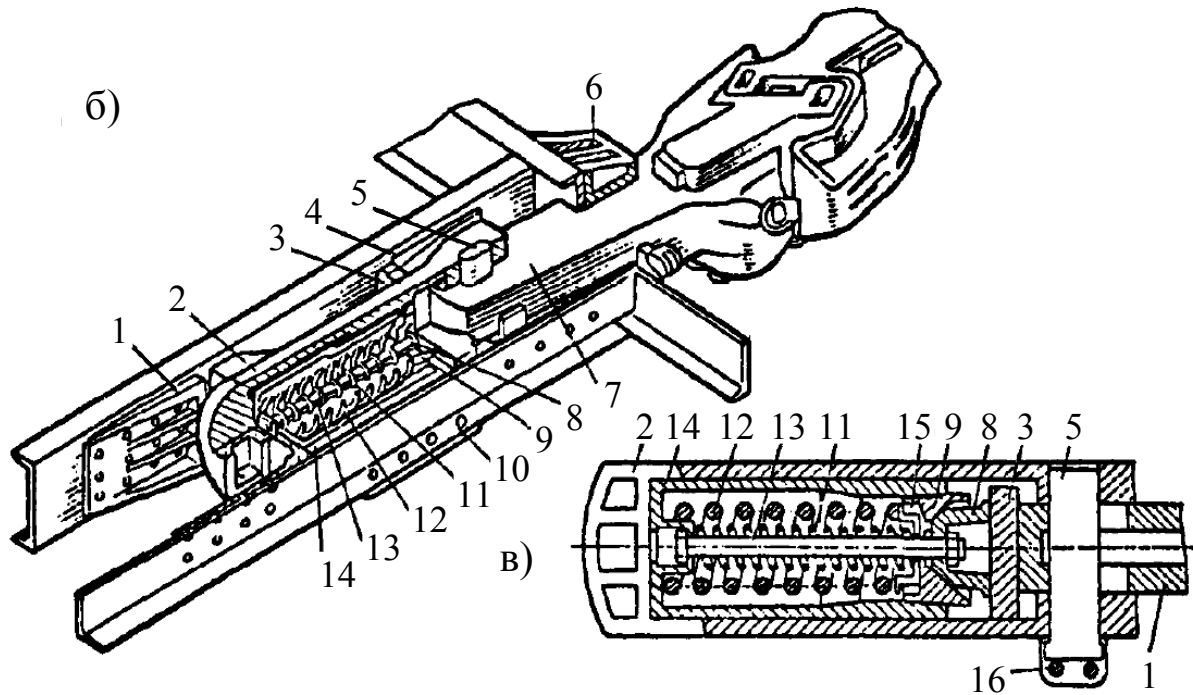


Рис. 2.3. Автозчеп вагонного типу СА- 3:

- а – зовнішній вигляд; б – схема; в – поздовжній переріз;
 1 – задній упорний косинець; 2 – тяговий хомут; 3 – упорна
 плита; 4 – передній упорний косинець; 5 – клин; 6 – розетка;
 7 – корпус автозчепу; 8 – натискний конус; 9 – фрикційний клин;
 10 – підтримувальна планка; 11 – внутрішня пружина;
 12 – зовнішня пружина; 13 – стяжний болт; 14 – корпус
 поглинального апарата; 15 – упорна шайба; 16 – болт

2.3. Блоки, поліспасти, гакові обойми, барабани

Блоки (рис. 2.4) застосовуються для зміни напрямку руху каната (*напрямні та відхильні*) і вирівнювання зусиль (*вирівнювальні*). Діаметр блока по рівчаку, мм,

$$D_1 = h \cdot d, \quad (2.1)$$

де h – нормативний коефіцієнт вибору діаметра, який залежить від діаметра каната і режиму роботи крана і знаходиться в межах від 11,2 до 28;

d – діаметр каната, мм.

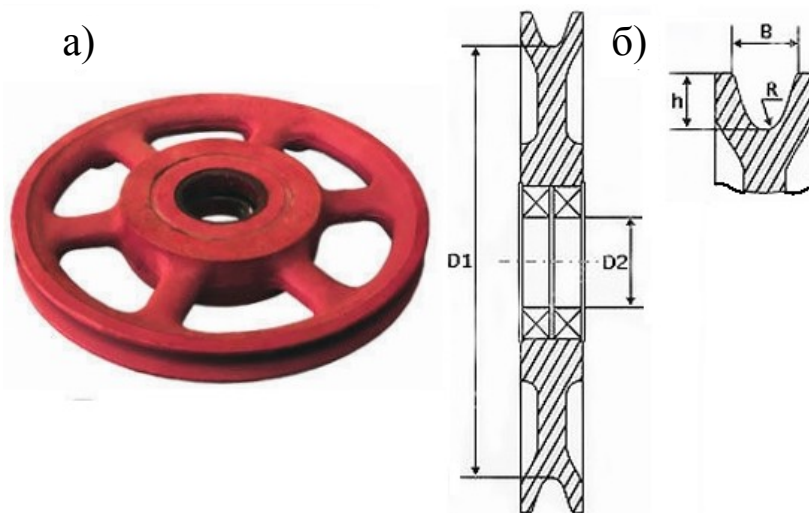


Рис. 2.4. Канатний блок:

а – зовнішній вигляд; б – основні розміри;

D_1 – діаметр блока (по рівчаку каната); D_2 – діаметр осі;

R – радіус рівчака каната; B – ширина рівчака;

h – глибина рівчака

За характером установлення розрізняють *нерухомі* та *рухомі* блоки. У нерухомого блока вісь залишається нерухомою, у рухомого – переміщується разом із вантажем (стрілою).

Канатні блоки виготовляють або з литих чавунних заготовок або зі сталевих прокатів (матеріал Сталь 20, Сталь 45) з наступною механічною і термічною обробкою (твердість від 30 до 48 HRC). Блоки кранів встановлюються на підшипниках кочення.

Поліспа́ст – це система рухомих і нерухомих блоків, що огинаються гнучким органом (канатом), призначена для виграшу в силі або швидкості (рис. 2.5, 2.6, а).

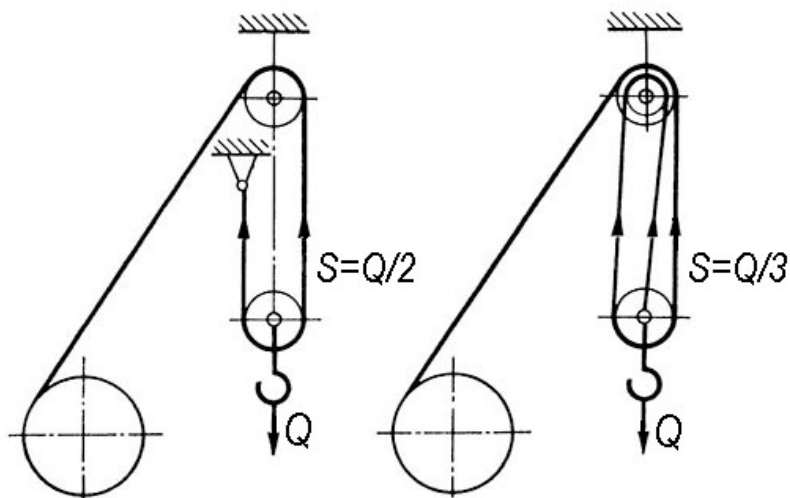


Рис. 2.5. Найпростіші схеми поліспа́стів

Кратність поліспа́ста – відношення кількості гілок каната, на яких підвішений вантаж, до кількості гілок каната, які набігають на барабан. Таким чином, кратність поліспа́стів, зображених на рис. 2.3, складає 2 і 3.

Чим більше блоків огинає канат у поліспа́сті, тим більшу кількість гілок каната підтримує вантаж і тим менше навантаження на кожен гілку каната і лебідку. Рухомі блоки вантажного поліспа́ста розташовані на гаковій обоймі, а нерухомі – на головці стріли. Рухомі блоки стрілового поліспа́ста розташовані на рухомій траверсі, закріпленій на розтяжках стріли, нерухомі – на осі порталу крана.

Барабани застосовуються для перетворення обертального руху привода в поступальне пересування робочого органу крана шляхом навивання каната. Барабани бувають гладкими та нарізними (на робочій поверхні барабана нарізані спіральні рівчаки (канавки) напівкруглого перерізу, у які укладається канат), з одношаровим і багатошаровим навиванням. Переважно в кранах використовують нарізні барабани з одношаровим навиванням.

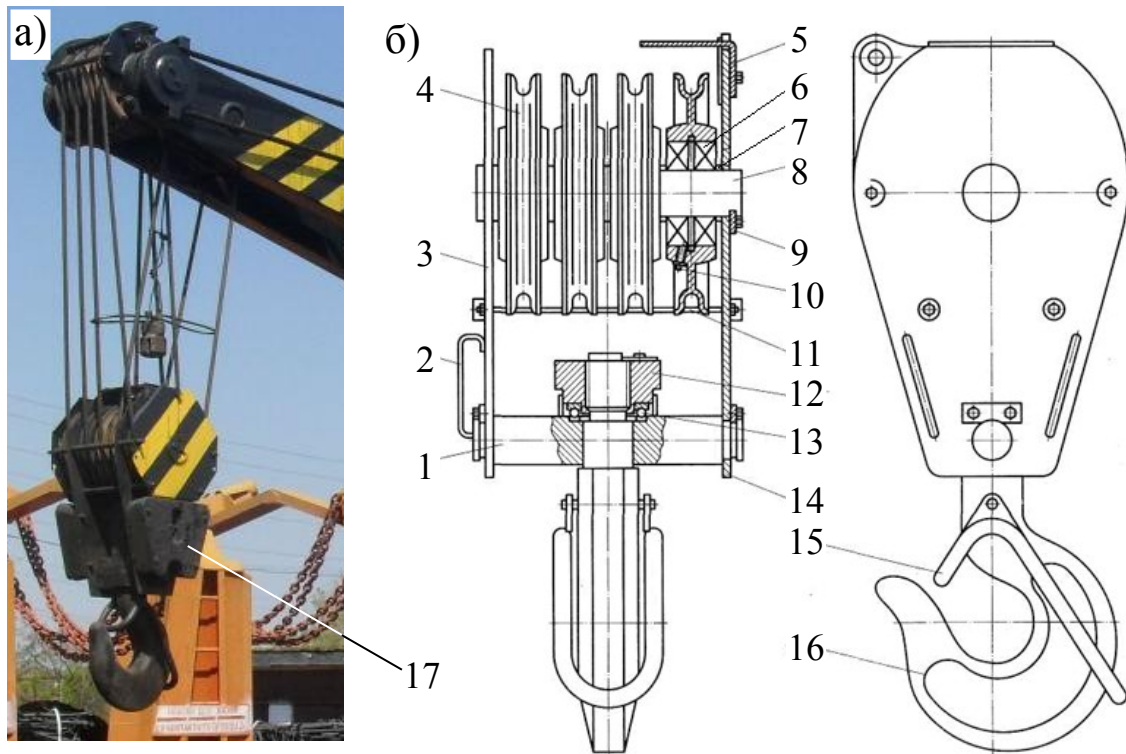


Рис. 2.6. Вантажний поліспасть і гакова обойма:
 а – зовнішній вигляд; б – конструкція гакової обойми;
 1 – траверса; 2 – ручка-скоба; 3, 14 – щоки; 4 – блок; 5 – упор;
 6, 13 – підшипники; 7 – втулка розпірна; 8 – вісь;
 9 – тримач осі; 10 – прес-маслянка; 11 – обмежувач; 12 – гайка;
 15 – замикальний пристрій; 16 – гак; 17 – додатковий вантаж

Щоб уникнути передчасного зношування каната, радіус канавок складає від 0,6 до 0,7 діаметра каната. Канавки призначені для укладання каната на барабані, збільшення площі контакту каната з барабаном, зменшення додаткових внутрішніх напружень у дротах каната і усунення тертя між сусідніми витками каната.

Багатошарове навивання на гладких барабанах дозволяє скоротити габаритні розміри, але викликає підвищене зношування каната. Як правило, барабани для багатошарового навивання виконують гладкими, але для двошарового можуть використовуватися нарізні барабани, наприклад як на кранах типу ЕДК.

Канатомісткість барабана має бути такою, щоб у нижньому положенні робочих органів крана на барабані залишалось не

менш ніж півтора витка каната, без урахування витків під затискачами. Кінці канатів на барабані кріплять притискними планками або клиновими затискачами.

Барабани відливають із сірого чавуну або виготовляють із сталевих труб відповідного діаметра. Зазвичай маточина барабана є окремою деталлю і з'єднується з ним зварюванням або болтами.

Для кріплення каната в литому барабані поряд з фланцями є отвори, у які заводять кінець каната і закріплюють притискними болтами. На зварних барабанах кінець каната кріплять притискною планкою на шпильках. Необхідно, щоб на барабані завжди знаходилося не менш ніж півтора-два витки каната.

Гакова обойма (рис. 2.6) складається з гака 16, запобіжного замикального пристрою 15, траверси 1, шарикопідшипника 12 із захисним кожухом, стопорної гайки 12, щік 14, стопорних шайб, осі 8, блоків 4 з підшипниками кочення 6, кріпильних та інших елементів.

Хвостовик гака 16 проходить через отвір траверси 1 і закінчується різьбовою частиною, у торці якої є прорізи для стопорних шайб. Гак через підшипник 13 спирається на траверсу, що дає можливість легкого обертання гака навколо вертикальної осі. Блоки 4 призначені для підвішування обойми гака на канатах вантажного поліспасти і дають можливість повороту обойми гака навколо горизонтальної осі. Щіки 14 захищають гакову обойму від механічних пошкоджень і перешкоджають виходу канатів із канавок блоків. На деяких кранах для полегшення опускання гакової обойми без вантажу встановлюються додаткові вантажі 17. Запобіжний замикальний пристрій 15 запобігає спаданню вантажозахоплювальних органів з гака.

2.4. Канати

У КЗХ застосовуються сталеві канати подвійного звивання, тобто дроти звиваються спочатку між собою в пасма, а потім пасма звиваються в канати. Також усередині каната є органічне осердя, яке надає канату гнучкості і утримує мастило.

Канати розрізняються за низкою ознак: за діаметром, марковальною групою (для підйомно-транспортних машин 1370,

1470, 1570, 1670, 1770, 1860, 1960, 2060, 2160 Н/мм²), кількістю пасом у канаті, матеріалом осердя (прядив'яне, азбестове, сталеве) та ін. (табл. 2.1).

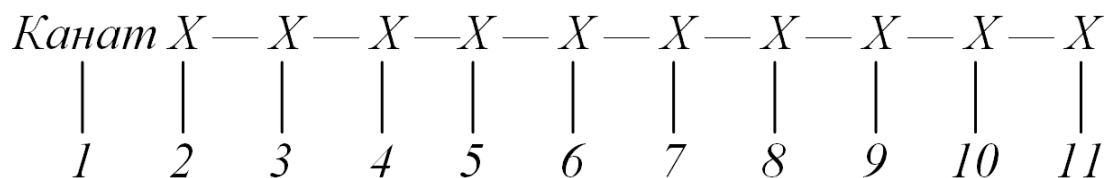
Таблиця 2.1

Позначення ознак сталевих канатів

Ознаки, за якими поділяються канати (номер позиції в умовному позначенні)	Позначення
1	2
Призначення (3): - вантажолоюдські; - вантажні	ГЛ Г
Механічні властивості дротів (4): - вищої марки; - першої марки 1; - другої марки (з відома споживача)	В І ІІ
Вид покриття поверхні дротів (5) : - з дроту без покриття; - з оцинкованого дроту для особливо жорстких агресивних умов роботи; - з оцинкованого дроту для жорстких агресивних умов роботи; - з оцинкованого дроту для середніх агресивних умов роботи	— ОЖ Ж С
Напрямок звивання пасом (6) : - праве; - ліве	— Л
Поєднання напрямів звивання елементів каната (7): - хрестове; - одностороннє; - комбіноване	— О К
Позначення способу звивання каната (8): - що не розкручуються; - що розкручуються	Н Р
Точність виготовлення (9): - нормальна; - підвищена	— Т

1	2
Тип каната (рід звивання, тип торкання дротів):	
- з точковим торканням дротів однакового діаметра;	ТК
- з лінійним торканням дротів однакового діаметра в окремих шарах пасма;	ЛК-О
- з лінійним торканням дротів різних діаметрів у верхньому шарі пасма;	ЛК-Р
- з лінійним торканням дротів різного та однакового діаметра за окремими шарами пасма;	ЛК-РО
- з лінійним торканням і заповнювальними дротами меншого діаметра між двома шарами дротів;	ЛК-З
- з точковим і лінійним торканням дротів у пасмі	ТЛК
Кратність звивання:	
- одинарне (спіральне);	—
- подвійне (тросове);	—
- потрійне (кабельне)	—

Встановлено таку структурну схему умовного позначення сталевих канатів:



1 – назва виробу; 2 – діаметр каната, мм; 3 – призначення каната (ГЛ, Г); 4 – марка (механічні властивості) дротів (В, І, ІІ); 5 – вид покриття поверхні дротів (—, ОЖ, Ж, С); 6 – напрямок звивання пасом (—, Л); 7 – поєднання напряму звивання елементів каната (—, О, К); 8 – спосіб звивання каната (Н, Р); 9 – точність виготовлення (—, Т); 10 – марковальна група, Н/мм²; 11 – позначення стандарту на вибраний тип каната.

Якщо відсутнє позначення якої-небудь ознаки каната за табл. 2.1, то в записі характеристики каната умовне позначення цієї ознаки пропускається.

Приклад позначення характеристики сталевих каната діаметром 25,5 мм, вантажного призначення, що виготовляється з

матеріалу марки І, дріт без покриття, правого звивання, з хрестовим звиванням елементів каната, що не розкручується, нормальної точності, з дротів марковальної групи 1570 Н/мм², за ГОСТ 3077-80,

Канат 25,5 – Г – І – Н – 1570 ГОСТ 3077– 80.

У цьому записі пропущені як такі, що не мають позначення, ознаки того, що дріт без покриття, звивання пасм праве, поєднання звивання дротів у пасмах хрестове, точність виготовлення нормальна.

За конструкцією (рис. 2.7) канати відрізняються кількістю пасм, кількістю шарів у пасмі, кількістю дротів у шарі та осердям.

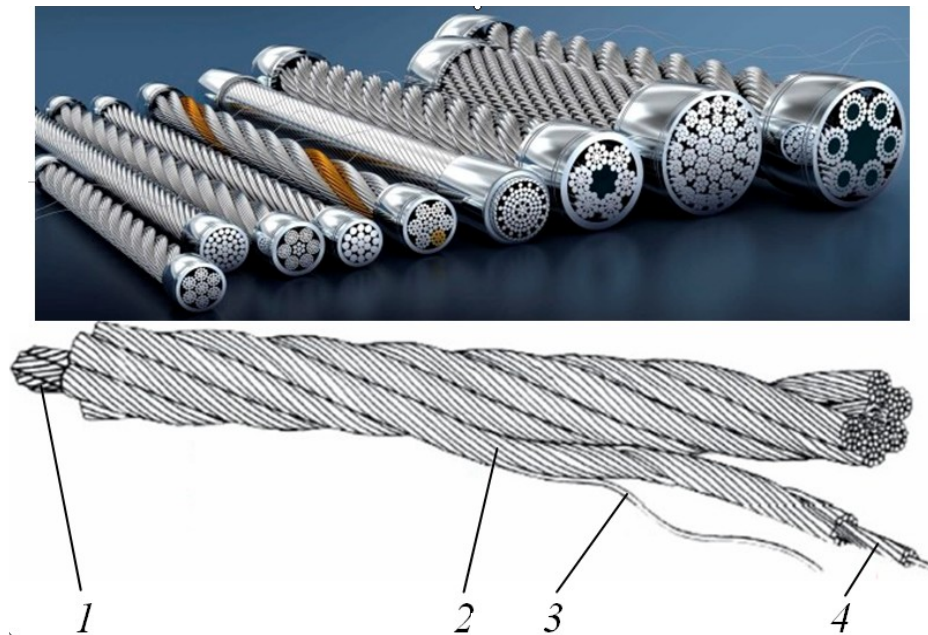


Рис. 2.7. Конструкції канатів:

1 – осердя; 2 – пасмо; 3 – дріт; 4 – внутрішній шар пасма

Приклад позначення конструкції каната типу ТЛК-О ГОСТ 3079-80 (табл. 2.2): $6 \times 37 (1 + 6 + 15 + + 15) + 1$ о.с. – 6 пасм \times всього 37 дротів у пасмі (один центральний дріт + 6 дротів у першому шарі + 15 дротів у другому шарі + 15 дротів у третьому шарі) + одне органічне осердя.

Таблиця 2.2

Канати подвійного звивання

Ескіз	Діаметр, мм	Тип	Конструкція	Застосу- вання
	від 3,6 до 56,0	ЛК-Р	$6 \times 19 (1+6+6/6) + 1$ о.с.	ГОСТ (застосу- вання)
	від 2,2 до 29,0	ЛК-О	$6 \times 7 (1+6) + 1$ о.с.	2688–80 (для кранів і талів)
	від 4,6 до 46,0	ЛК-О	$6 \times 19 (1+9+9) + 1$ о.с.	3069–80 (для талів)
	від 5,8 до 75,0	ТЛК-О	$6 \times 37 (1+6+15+15) + 1$ о.с.	3077–80 (для ліфтів)
	від 8,1 до 48,5	ЛК-З	$6 \times 25 (1+6; 6+12) + 1$ о.с.	3079–80 (для кранів)
	від 6,3 до 72,0	ЛК-РО	$6 \times 36 (1+7+7/7+14) + 1$ о.с.	7665–80 (для кранів, ліфтів і талів)
	від 5,9 до 72,0	ЛК-РО	$6 \times 36 (1+7+7/7+14) + 7 \times 7(1+6)$	7668–80 (для кранів)

Як видно з табл. 2.2, для кранів рекомендуються канати ГОСТ 2688–80; ГОСТ 3079–80; ГОСТ 7665–80; ГОСТ 7668–80; ГОСТ 7669–80. Позначення каната, який застосовується в конкретному крані, має зазначатися в технічному описі крана. Найчастіше у вантажному і стріловому поліспадах

застосовуються канати подвійного хрестового звивання, що не розкручуються, з органічним осердям, 6×19, тобто 6 пасм по 19 дротів у кожному пасмі (ГОСТ 2688–80).

Примітка. Наведені в табл. 2.2 стандарти втратили чинність в Україні з 1 січня 2018 року. Чинним є ДСТУ EN 12385 [5, 6].

Як відтягувальні канати, стріли застосовуються канати подвійного одностороннього звивання. Вони розкручуються, але з огляду на те, що є нерухомими, ця властивість надає канатам велику пружність і еластичність. Зношування цих канатів є мінімальним внаслідок їх нерухомості.

2.5. Змінні вантажозахоплювальні пристрої

Найпростішими знімними універсальними вантажозахоплювальними пристосуваннями є *стропи*, за допомогою яких захоплюється вантаж і підвішується на гак (рис. 2.8). Перевагами цих пристосувань, які знайшли широке застосування для виконання вантажно-розвантажувальних і будівельно-монтажних робіт, є простота експлуатації, безпека в роботі, довговічність, невелика маса, незначні витрати на виготовлення і ремонт. Головним недоліком є необхідність у виконанні ручної роботи окремими працівниками – стропальниками.

Стропи бувають *універсальними, полегшеними і багатогілковими*. Строп, що має форму замкненої петлі, називається *універсальним*; строп, що складається з однієї гілки, на кінцях якої кріпляться гаки або кільця, – *полегшеним*; строп, що складається з зібраних на кільці декількох гілок, які мають на кінцях гаки або захоплювачі, – *багатогілковим*.

За кількістю гілок стропи бувають:

- одногілкові канатні (1СК) або ланцюгові (1СЦ);
- двогілкові канатні (2СК) або ланцюгові (2СЦ);
- тригілкові канатні (3СК) або ланцюгові (3СЦ);
- чотиригілкові канатні (4СК) або ланцюгові (4СЦ);
- ланцюгові з замкненими вітками (СЦ2з);
- ланцюгові універсальні (УСЦ).

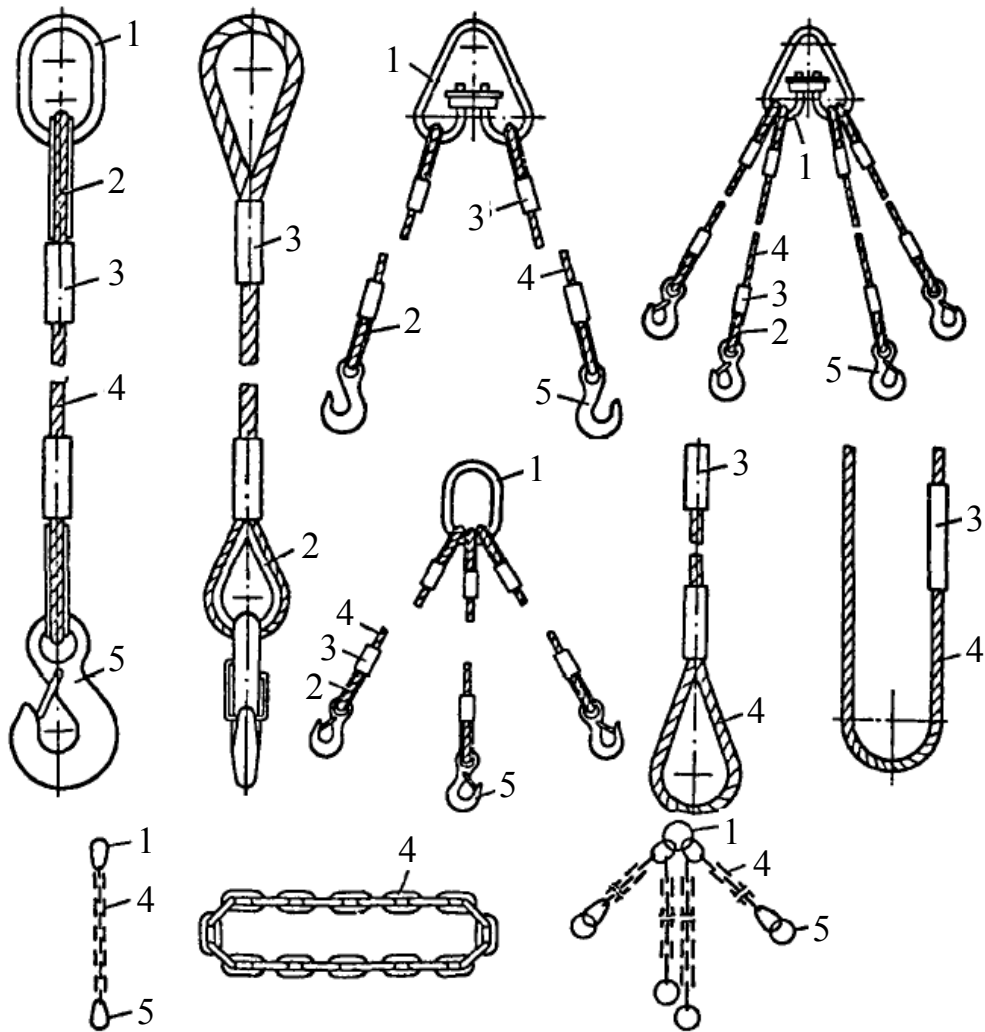


Рис. 2.8. Змінні гнучкі вантажозахоплювальні пристрої (стропи):
 1 – підвіска; 2 – коуш; 3 – кінцеве кріплення;
 4 – канат (вантажний ланцюг); 5 – гак (кільце)

Перевагами ланцюгових стропів є їх гнучкість і придатність для роботи без підкладок з вантажами, що мають гострі ребра, проте їх не використовують для роботи з важкими і відповідальними вантажами.

Гаки, петлі та кільця на кінцях стропів встановлюються різними способами (рис. 2.9): за допомогою коуша; шляхом заплітання кінця стропа; з використанням клинових затискачів; заливанням легкоплавким металом спеціальної втулки з вушком, а також шляхом опресовування. Поширеним способом виготовлення петель є заплітання (рис. 2.9, а, б). У заплітанні

кількість дротів у кожному пасмі має бути: не менше чотирьох для діаметра каната до 15 мм, не менше п'яти для діаметра від 15 до 28 мм, не менше шести для діаметра від 28 до 60 мм. Довжина заплітання має бути не менше від 20 до 25 діаметрів каната. Кількість встановлених затискачів має бути не менше трьох, а відстань між ними – не менше шести діаметрів каната.

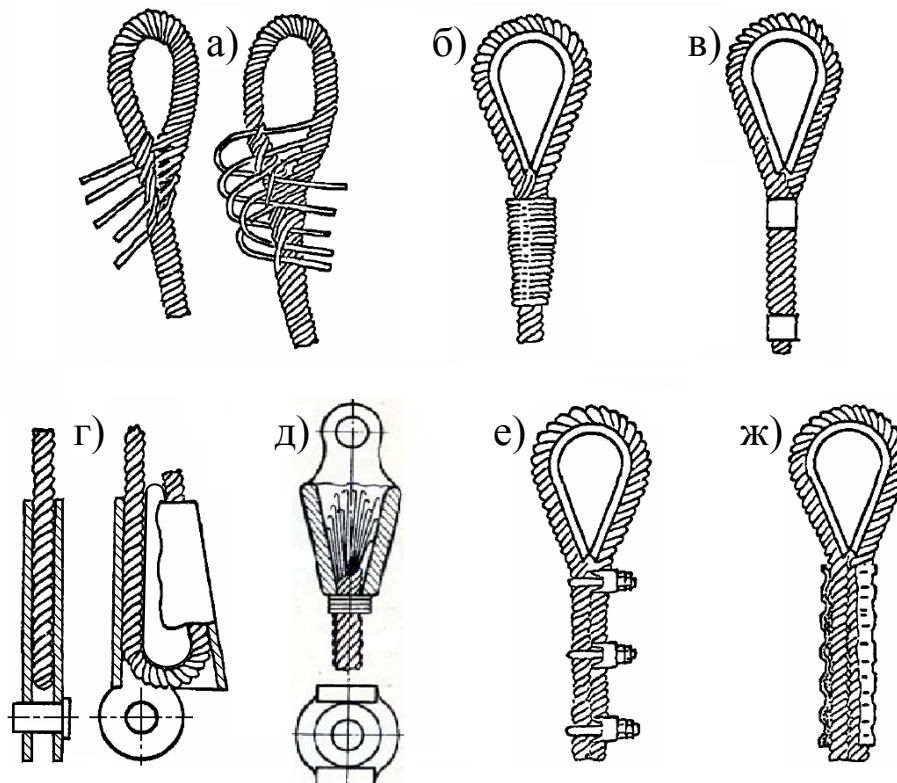


Рис. 2.9. Схеми будови петель канатів:

- а – заплітанням; б – коушем із заплітанням;
- в – коушем з обтискними кільцями; г – клиновим затискачем;
- д – заливанням сплавом; е – коушем із затискачами;
- ж – коушем з опресовуванням

Застосовуються також стропи, які мають оболонку з гуми або з надітим пожежним рукавом для уникання появи іскріння.

Як знімні вантажозахоплювальні пристрої застосовуються також *траверси* (рис. 2.10), які мають елементи для навішування на гак крана, а також пристрої для застроплення вантажу. Необхідність застосування траверс обумовлена нестачею висоти підіймання з дотриманням допустимого кута нахилу гілок стропів,

унеможливленням пошкодження вантажів, а також скороченням часу на застроплення. На траверсі має бути зазначена її маса.



Рис. 2.10. Вантажна траверса

Для роботи з сипкими вантажами широко використовують *грейфери* (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Грейфер⁵⁶ на крані КДЭ-163

Керування грейфером полягає у виконанні двох дій: переміщення самого пристрою і маніпулювання його щелепами. Залежно від кінематики керування виділяють два види грейферів: канатні і приводні (моторні).

Канатний грейфер приводиться в рух одним або декількома приводними барабанами з навитими на них керуючими канатами. Лебідки, до складу яких входять ці барабани, розміщуються на піднімальному механізмі, на гак якого підвішується грейфер. За кількістю керуючих канатів розрізняють одноканатні та багатоканатні грейфери. Останні у свою чергу поділяються на дво-, три- і чотириканатні. Із принципової точки зору, функціонування три- і чотириканатних грейферів не відрізняється від двоканатних. Різниця лише в кількості додаткових канатів. У триканатному один канат підтримує, а два – керують щелепами, причому синхронно. У чотириканатному – одна пара канатів є підтримувальною, друга – керуючою.

Керування *одноканатним грейфером* здійснюється за допомогою єдиного каната, відповідального як за підймання, так і за замикання щелеп. Головна перевага полягає в тому, що такий пристрій можна використовувати на крані, механізм підймання якого має один барабан. Одноканатний грейфер не вимагає складного установаження – його досить підвісити на гак, і він готовий до роботи. Основним недоліком є те, що розкриття замка відбувається після повного опускання грейфера в момент його контакту з поверхнею. Це знижує ефективність виконуваної роботи. Уникнути цього допомагає спеціальний розвантажувальний канат, що примусово знімає блокування замка. Дане технічне рішення значно прискорює процедуру розвантаження, однак вимагає натягування розвантажувального каната вручну, а розкриття щелеп супроводжується гучним ударом головки об верхню траверсу.

Для керування *двоканатним грейфером* (рис. 2.12) необхідні два незалежні барабанні приводи. Один барабан (для підтримувального каната) відповідає за вертикальне переміщення грейфера, а другий (для замикального каната) – за роботу щелеп. Механізми підймання кранів КДЭ, КЖДЭ, КЖ мають два барабани (дивись рис. 4.9, 4.34), що забезпечує можливість використання двоканатних грейферів. Крім того, коли замість грейфера встановлена гакова підвіска, підймання (опускання)

можна здійснювати одним або двома барабанами. В останньому випадку швидкість збільшується вдвічі (дивись табл. 4.1–4.3).

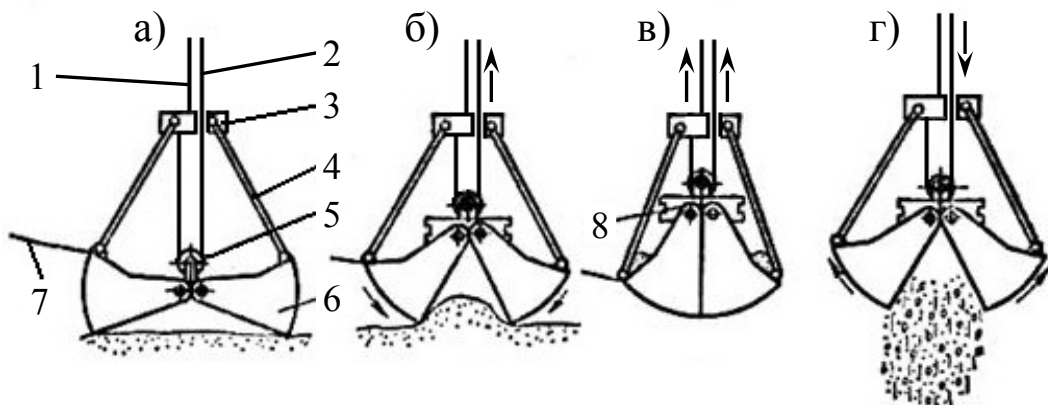


Рис. 2.12. Схема роботи двоканатного грейфера:

- а – грейфер опущений на поверхню відвалу вантажу;
- б – зачерпування вантажу; в – підймання заповненого грейфера;
- г – розвантаження грейфера;
- 1 – підтримувальний канат; 2 – замикальний канат; 3 – верхня траверса; 4 – тяга; 5 – замикальний поліспаст; 6 – щелепа;
- 7 – відтяжний канат-заспокоювач; 8 – нижня траверса

Для запобігання розгойдування грейфера використовують відтяжні канати-заспокоювачі.

Цикл роботи двоканатного грейфера (рис. 2.12):

а) *опускання*: обидва канати звиваються з барабанів, але вся вага грейфера припадає на підтримувальний канат, а замикальний ослаблений, щоб щелепи перебували в повністю відкритому стані. Після зіткнення щелеп поверхнею відвалу вантажу обидва канати зупиняються;

б) *зачерпування вантажу*: підтримувальний канат залишається нерухомим, а замикальний навивається на барабан, забезпечуючи захоплення вантажу змиканням щелеп;

в) *підймання заповненого грейфера*: після повного змикання щелеп замикальний канат не зупиняється і разом з ним починає навиватись на свій барабан підтримувальний канат. Відбувається підймання грейфера. Основною проблемою є синхронізація рухів канатів, щоб навантаження між ними розподілялось порівну. Уловити момент вмикання привода підтримувального барабана вручну є мистецтвом. Із цією метою

застосовуються різного роду синхронізаційні пристрої, що автоматизують процес підймання;

г) *розвантаження грейфера*: після досягнення потрібної висоти підтримувальний канат зупиняється, а замикальний звивається з барабана до повного розкриття щелеп. Грейфер готовий до нового циклу роботи.

У *приводних (моторних) грейферах* керування щелепами реалізується за допомогою окремого привода. Двигун, від якого зусилля передається на щелепи за допомогою привода, може бути частиною конструкції грейфера або розміщатися на підйомному механізмі. В останньому випадку залежно від привода до замикального механізму грейфера мають додатково підводитись шланги або кабелі. За типом привода моторні грейфери поділяють на електромеханічні, гідравлічні, пневматичні та електромагнітні.

Крім грейферів, для насипних вантажів існує безліч конструкцій двощелепних і багатощелепних грейферних захоплювачів для різних видів вантажів (рис. 2.13).



Рис. 2.13. Грейферні захоплювачі:
а – кліщовий для круглого лісу; б – багатощелепний для металобрухту; в – багатощелепний універсальний

2.6. Муфти і гальма механізмів крана

Муфтою називається пристрій, що з'єднує кінці двох валів і передає крутний момент з одного вала на інший без зміни його значення та напрямку. Потреба у з'єднанні валів таким чином пов'язана з тим, що більшість машин компонуються з вузлів

(складальних одиниць) і механізмів із вхідними та вихідними валами. Кінематичний і силовий зв'язок між ними здійснюється саме за допомогою муфт. У сучасному машинобудуванні застосовується безліч муфт, різноманітних за конструкцією, призначенням і принципом дії, але їх можна класифікувати згідно зі схемою, поданою на рис. 2.14.



Рис. 2.14. Схема класифікації муфт

З'єднання валів – це основне призначення муфт, але, крім того, вони можуть виконувати і додаткові функції:

- компенсувати незначні монтажні неточності у відносному розташуванні валів, що з'єднуються;

- надавати валам деяку відносну рухомість під час роботи (деяке зміщення та перекошування геометричних осей валів);
- зменшувати динамічні навантаження;
- запобігати перевантаженням і аваріям;
- вмикати і вимикати окремі вузли;
- автоматично з'єднувати і роз'єднувати вали залежно від пройденого шляху, напряму передачі обертання, кутової швидкості, тобто виконувати функції автоматичного керування.

У цьому підрозділі розглядаються муфти механічної дії. За принципом дії та основним призначенням розрізняють:

- постійні муфти, що не допускають роз'єднання валів у процесі роботи машини;
- керовані (зчіпні) муфти, що дозволяють з'єднувати і роз'єднувати вали;
- самокеровані (автоматичні) муфти, які автоматично роз'єднують вали внаслідок зміни заданого режиму роботи, наприклад запобіжні, які роз'єднують вали внаслідок порушення нормальних експлуатаційних умов роботи.

За характером з'єднання валів постійні муфти поділяють:

- на глухі – практично не допускають компенсації радіальних, осьових і кутових зміщень валів;
- компенсувальні жорсткі – не містять пружних елементів і допускають деяку компенсацію радіальних, осьових і кутових зміщень валів завдяки наявності сферичних поверхонь і проміжків між елементами;
- компенсувальні пружні – допускають деяку компенсацію радіальних, осьових і кутових зміщень валів завдяки наявності пружних елементів (еластичних втулок, пружин та ін.);

Муфти виготовляються згідно з галузевими або державними стандартами. Основною характеристикою муфти є крутний момент, який вона здатна передавати. Крім того, характеристиками є діапазон посадкових діаметрів отворів, частота обертання, габаритні розміри, маса, максимальне зміщення між осями валів та ін.

Вибір муфт здійснюють за розрахунковим крутним моментом, $N \cdot m$,

$$T_p = T \cdot K_p, \quad (2.2)$$

де T – номінальний крутний момент, який передається муфтою, Н·м;

K_p – коефіцієнт режиму роботи, який залежить від роду приводного двигуна і типу машини, для механізмів піднімальних кранів з приводом від електродвигуна K_p рекомендується приймати в межах від 3 до 4.

За необхідності здійснюють перевіряльні розрахунки окремих деталей муфти, вибраної за стандартом.

У цьому підрозділі розглядаються окремі типи муфт механічної дії, які застосовуються в механізмах КЗХ.

Муфта *пружна втулково-пальцева (МПВП)* за класифікацією належить до некерованих (постійних), компенсувальних пружних муфт. Вона містить ведучу 1 (рис. 2.15) і ведену 2 напівмуфти з фланцями. В отворах фланця ведучої напівмуфти 1 конічними хвостовиками посаджені пальці 3, закріплені за допомогою гайок 4 і пружинних шайб 5. На пальці 3 надіто розпірні втулки 6 та набори пружних кілець 7. Пальці 3 з кільцями 7 входять в отвори фланця веденої муфти 2. Для фіксації напівмуфт на валу передбачені гвинти 8. Отвори під вал у маточинах напівмуфт виконуються циліндричними або конічними зі шпоночними пазами (передбачені виконання на різні довжини кінців валів).

Основними *перевагами* МПВП є простота конструкції та зручність заміни пружних елементів, здатність амортизувати поштовхи й удари, демпфірувати невеликі коливання та попереджати резонанс. До *недоліків* слід віднести невисоку компенсувальну здатність: у випадку з'єднання неспіввісних валів виникає достатньо великий силовий вплив на вали і опори, а пружні втулки швидко зношуються. Коефіцієнт корисної дії цих муфт цього типу оцінюється в межах від 96 до 98 %.

МПВП широко застосовуються у приводах механізмів кранів для з'єднання валів електродвигунів і редукторів. Муфта конструктивно може бути поєднана з гальмовим барабаном (назвемо її «муфта-шків»), як це, наприклад, передбачено конструкцією механізму зміни вильоту стріли крана КДЭ-161 (дивись рис. 4.36, позиція 3). Пружні пальцеві муфти також застосовані в механізмах підймання вантажу, зміни вильоту стріли, повороту кранів типу ЕДК (дивись рис. 5.34–5.39).

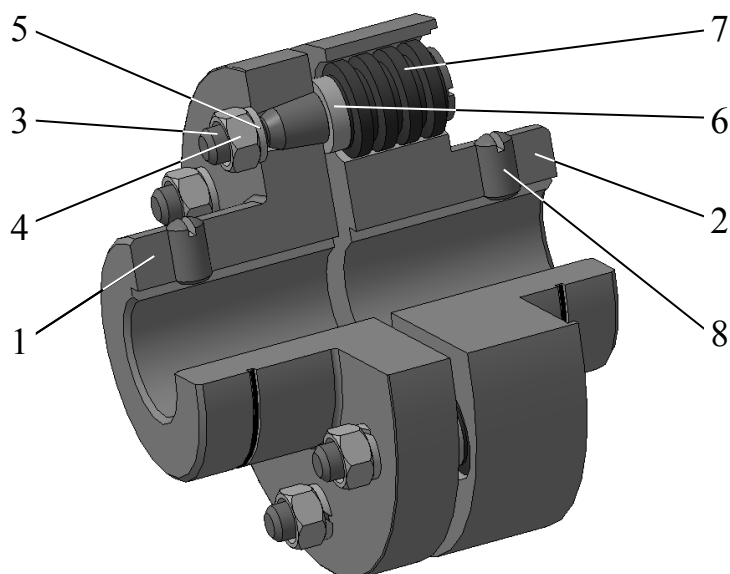


Рис. 2.15. Муфта пружна втулково-пальцева:
 1 – напівмуфта ведуча; 2 – напівмуфта ведена; 3 – палець;
 4 – гайка; 5 – шайба пружинна; 6 – втулка розпірна;
 7 – втулка пружна (набір кілець); 8 – гвинт фіксувальний

Зубчаста муфта належить до постійних компенсувальних жорстких муфт. Вона складається з двох напівмуфт 1 і 2 (рис. 2.16) із зовнішніми зубами евольвентного профілю і рознімною обойми 3 із внутрішніми зубами та ущільненням 4.

Поверхні зовнішніх зубів напівмуфт обточені на колі виступів по сфері, по цій поверхні центрується обойма. Зуби виготовляють з евольвентним профілем з кутом зачеплення 20° . Компенсувальна здатність муфти забезпечується створенням проміжків між спряженими зубами C_1 , C_2 , C_3 (рис. 2.16, б) і наданням бочкоподібної форми зубам напівмуфт (рис. 2.16, в, г).

Зубчасті муфти компенсують кутову неспіввісність валів Δ_α до $1,5^\circ$ (рис. 2.16, в) і радіальну Δ_r до 0,6 мм (рис. 2.16, г).

Перевагами зубчастих муфт є висока навантажувальна здатність і малі габарити за рахунок передачі обертального моменту великою кількістю зубів одночасно. Крім того, ці муфти мають відносно високу компенсувальну здатність щодо неспіввісності валів. Для нарізання зубів використовується нормалізований інструмент. До *недоліків* можна віднести

порівняно низьку зносостійкість і відсутність пружно-демпфувальних властивостей.

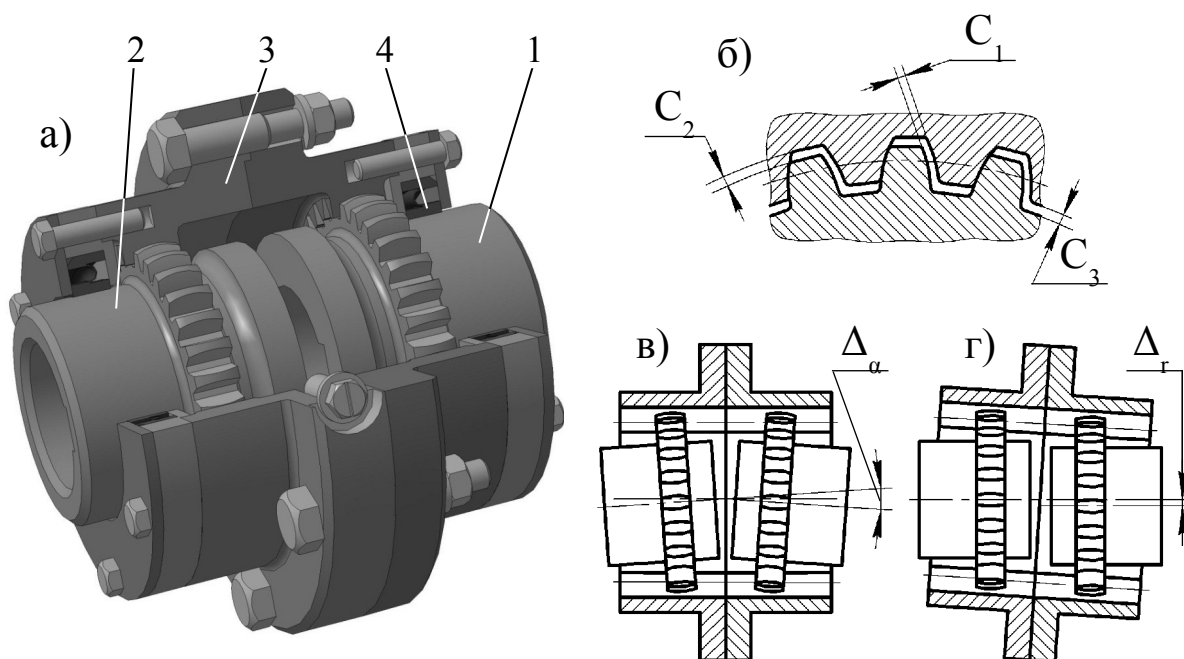


Рис. 2.16. Зубчаста муфта:

- а – загальний вигляд; б – схема проміжків у зачепленні;
- в – схема компенсації кутової неспіввісності;
- г – схема компенсації радіальної неспіввісності;
- 1, 2 – напівмуфти; 3 – обойма рознімна; 4 – ущільнення

Зубчасті муфти-шківні містять механізми крана КДЭ-161: пересування (дивись рис. 4.26, позиції 3 – 5) і підймання вантажу (дивись рис. 4.34, позиція 2).

У механізмах підймання кранів застосовуються зубчасті муфти, вбудовані в лобовину канатного барабана. У цьому випадку наявна лише одна напівмуфта з зовнішніми зубами, яка посаджена на вал редуктора, а замість обойми і другої напівмуфти використовується лобовина барабана з внутрішніми зубами (рис. 2.17). Такі муфти, зокрема, застосовані на кранах КЖДЭ-16 (дивись рис. 4.9, позиція 38), КДЭ-161 (дивись рис. 4.34, позиція 10), ЕДК-1000/2 (дивись рис. 5.36, б, позиція 5), ЕДК-1000/4 (дивись рис. 5.40, позиція 2).

Ланцюгова муфта (рис. 2.18) також є постійною компенсувальною жорсткою і складається з двох напівмуфт-

зірочок 1 і 2 (з однаковою кількістю зубів) і загального ланцюга 2, який їх охоплює. Як з'єднувальний елемент застосовують ланцюги роликові однорядні, дворядні, а також зубчасті.



Рис. 2.17. Лобовина канатного барабана, який має вбудовану зубчасту муфту



Рис. 2.18. Муфта ланцюгова:
1, 2 – напівмуфти; 3 – ланцюг

Ланцюгові муфти компенсують кутову неспіввісність валів до 1° і радіальну до 1,2 мм.

Переваги ланцюгових муфт: простота конструкції; зручність обслуговування; надійність у роботі, технологічність виготовлення; порівняно малі габарити і маса, зручний монтаж і демонтаж. *Недоліком* цих муфт є наявність зазорів у шарнірах самого ланцюга та у сполученні його із зірочками, внаслідок чого ланцюгові муфти не можуть застосовуватися в реверсивних передачах, а також за наявності великих динамічних навантажень.

Для втримання мастильного матеріалу ланцюгова муфта може закриватись кожухом, який є рознімним в осьовій площині. Кожух зазвичай виконують литим з легких сплавів. Щоб кожух обертався разом із напівмуфтами, його фіксують на одній з них установчим гвинтом або штифтом, що одночасно втримує кожух від зсуву в осьовому напрямку.

Ланцюгова муфта-шків, зокрема, застосована в механізмі повороту крана КДЭ-161 (дивись рис. 4.32, позиції 4, 5).

На відміну від розглянутих постійних муфт, *відцентрова* муфта є самокерованою. Коли ведучий вал досягає заданої частоти обертання, муфта автоматично з'єднує його з веденим валом, і навпаки – роз'єднує, коли частота обертання менше заданої. Це дозволяє здійснити плавний розгін великих мас, наприклад поворотної частини крана, яка має великий момент інерції. У цьому випадку можна використовувати електродвигуни з малим пусковим моментом. Ця муфта також виконує запобіжні функції.

Відцентрова муфта (рис. 2.19) містить ведучу напівмуфту 1, у пазах якої вкладені вантажі (колодки) 2 з фрикційними накладками 3, і ведену напівмуфту 4 у вигляді барабана. Вантажі можуть виготовлятися з фрикційних матеріалів і не потребувати накладок (рис. 2.19, б). Колодки 2 з'єднані пружинами 5 і можуть рухатись у радіальному напрямі. Кількість колодок може складати дві та більше, вони можуть стягуватись звичайними крученими пружинами, осі яких направлені вздовж хорд (рис. 2.19, а), або іншим чином, наприклад замкненою по колу крученою пружиною (рис. 2.19, б).

З досягненням ведучою муфтою заданої частоти обертання колодки 2 за рахунок відцентрових сил притискаються до внутрішньої поверхні веденої напівмуфти 4, і муфта вмикається.

Спочатку відбувається проковзування, а з часом частота обертання ведучої і ведених напівмуфт співпадають. Обертальний момент передається за рахунок сил тертя, величина яких є пропорційною квадрату кутової швидкості.

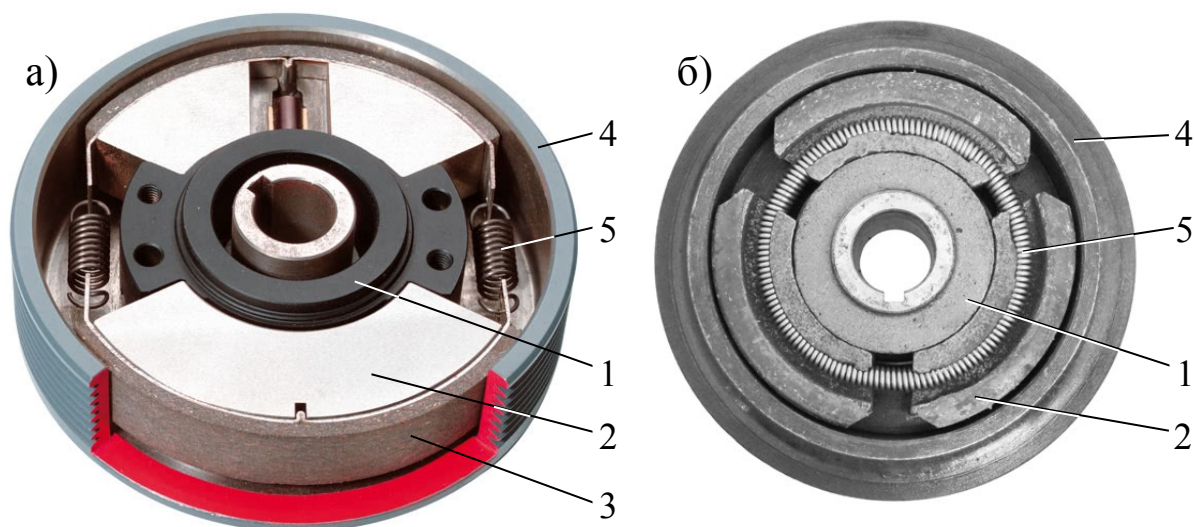


Рис. 2.19. Муфта відцентрова:

а – з двома колодками і пружинами, розташованими вздовж хорд; б – з трьома колодками і пружиною, замкненою по колу; 1 – ведуча напівмуфта; 2 – колодка; 3 – фрикційна накладка; 4 – ведена напівмуфта; 5 – пружина

Механізм повороту крана КДЭ-161 містить відцентрову муфту (дивись рис. 4.32, позиція б).

На кранах також застосовуються електромагнітні муфти, які розглянуті в підрозд. 3.5.

Усі механізми (підймання, зміни вильоту стріли, повороту, пересування крана) обладнані *гальмами* – пристроями, які дозволяють змінювати швидкість руху частин машин, аж до їх повної зупинки. Дія гальм заснована на силі тертя, що виникає між притиснутими одна до одної поверхнями. Для утворення фрикційних поверхонь застосовуються матеріали, що мають високий коефіцієнт тертя: феродо, міцні породи дерева та різного роду пластмаси.

Примітка. Феродо (Ferodo) – назва фрикційного термостійкого композитного матеріалу на основі азбестових волокон і фенолформальдегідної смоли. Є зареєстрованим товарним знаком

Federal-Mogul Corporation, проте в просторіччі «феродо» часто використовується як загальне і пишеться з малої літери.

Відповідно до правил будови і безпечної експлуатації вантажопідійомних кранів гальмовими пристроями, що забезпечують безпеку роботи, мають бути в обов'язковому порядку обладнані механізми підймання вантажу, пересування та повороту кранів.

За конструкцією гальмові пристрої бувають колодковими, стрічковими, дисковими, конічними та ін. За способом дії гальма бувають замкнені та відкриті.

Нормально замкненими гальмами називають такі, у яких поверхні, що труться, безперервно притиснуті одна до одної, тобто загальмовані; із натисненням на важіль або педаль вони роз'єднуються.

Відкритими (нормально розімкненими) називають гальма, у яких гальмові поверхні нормально знаходяться в роз'єданому стані і гальмо вступає в дію лише в разі натиснення на важіль або педаль. Гальма замкненого типу гарантують більш високий рівень безпеки роботи, тому їх застосування є прийнятнішим.

Засобами для постійного затискання гальма можуть бути пружини, противаги, електричні магніти, пневматичні циліндри.

На кранах типу КДЭ, КЖДЭ, КЖ застосовуються гальма колодкового типу, а саме ТКТГ (аббревіатура: гальмо (російською «тормоз») колодкове, штовхач (російською «толкатель») гідравлічний. Число після аббревіатури, наприклад ТКТГ-300 (рис. 2.20), указує на діаметр гальмового шківу у міліметрах (300 мм).

Важіль 6 з'єднується зі штирем штовхача 8. Гальмовою тягою 5 з регульовальним гвинтом встановлюється проміжок між накладками і зовнішньою поверхнею гальмового шківу. Для утворення фрикційних поверхонь застосовують спеціальні накладки на колодки гальм 3. У процесі роботи накладки постійно зношуються, тому необхідно стежити за їх станом і підтримувати зазначені в технічному описі крана зусилля натиску колодок на гальмовий шків і проміжок між накладками і зовнішньою поверхнею гальмового шківу. Зусилля натискання колодок регулюється за допомогою затягування-відпускання регульовальної пружини 7. Якщо зусилля є недостатнім, то механізм під дією зовнішніх зусиль не забезпечуватиме

нерухомість, а якщо надмірним – буде збільшуватись час розгальмування та більш інтенсивно будуть зношуватися накладки гальмових колодок. Якщо проміжок між накладками і зовнішньою поверхнею гальмового шківа більше допустимої величини (від 1 до 1,5 мм), то механізм не буде загальмовуватися, якщо нижче – розгальмовуватися.

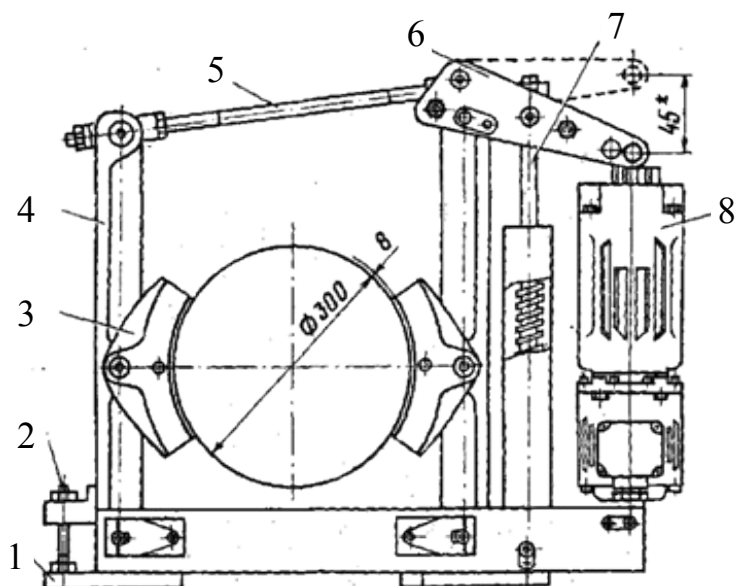


Рис. 2.20. Колодкове гальмо ТКТГ з електрогідравлічним штовхачем:

- 1 – рама; 2 – болт регулювальний; 3 – колодка;
 4 – рухома стійка; 5 – тяга; 6 – важіль; 7 – пружина з тягою;
 8 – електрогідравлічний штовхач

Розгальмування механізму здійснюється за допомогою *електрогідроштовхача* (рис. 2.21), який вмикається одночасно з вмиканням електродвигуна привода.

Штовхач безпосередньо перетворює електричну енергію в механічну з прямолінійним рухом виконавчого органу. Внутрішня порожнина штовхача розбита на дві герметичні камери, за рахунок яких зменшена вірогідність потрапляння на ізоляцію двигуна вологи та продуктів зношування, що утворюються внаслідок тертя рухомих частин штовхача. Верхня камера заповнена оливою, трансформаторною або іншою, зазначеною в технічному описі крана.

Крильчатка 3 насоса з одностороннім всмоктуванням закріплена на валу електродвигуна 5. У конструкції крильчатки застосовані радіальні лопатки, які забезпечують нормальну

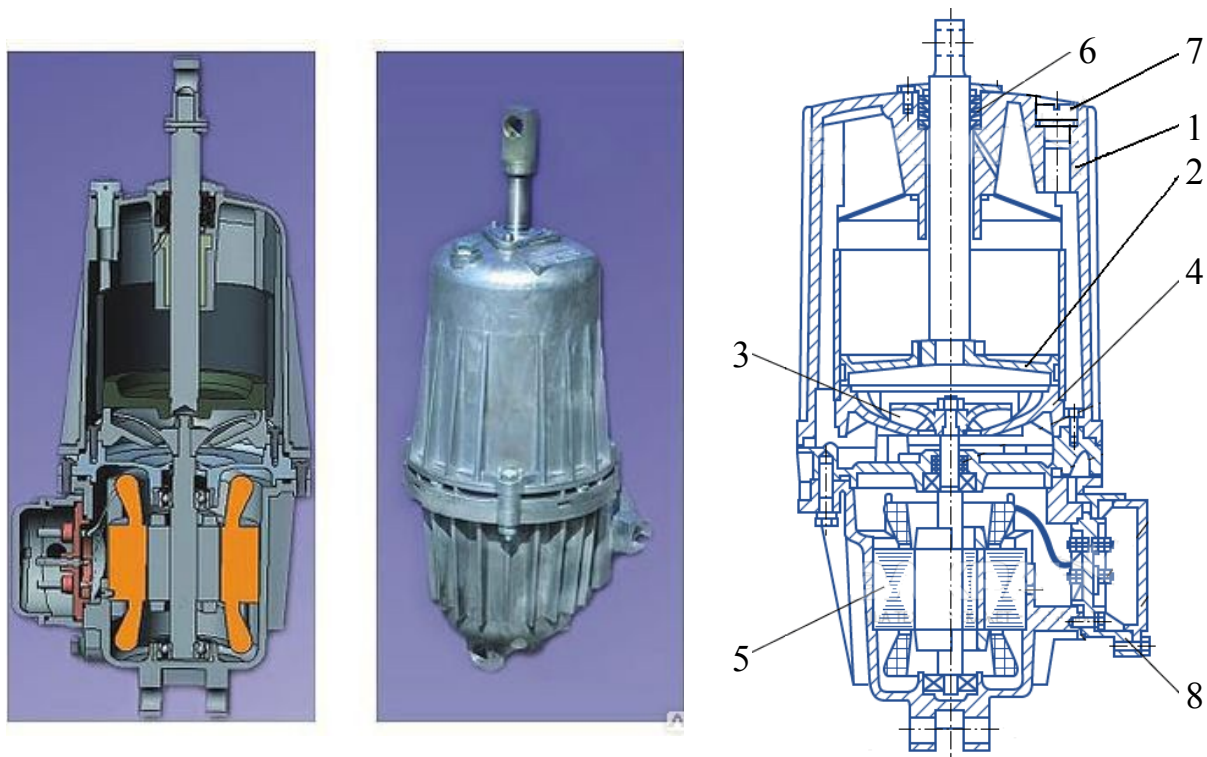


Рис. 2.21. Електрогідралічний штовхач ТЭ-30 (ТЭ-30/50):
 1 – корпус штовхача; 2 – поршень зі штоком; 3 – крильчатка відцентрового насоса; 4 – корпус насоса; 5 – асинхронний електродвигун; 6 – ущільнювальне кільце;
 7 – пробка; 8 – клемна коробка
 роботу штовхача незалежно від напрямку обертання.

Із увімкненням електродвигуна крильчатка, обертаючись, створює надлишковий тиск під поршнем, який піднімає його зі штоком до верхнього положення.

Із вимкненням двигуна крильчатка зупиняється, і поршень зі штоком під дією зовнішнього навантаження та власної ваги опускається вниз. Заливання робочої рідини в камеру штовхача здійснюється через отвір у корпусі штовхача, який закривається пробкою 7 з ущільнювальним кільцем 6. Зливання робочої рідини з камери штовхача здійснюється через той самий отвір.

2.7. Дизель-генераторна установка

У дизель-електричних кранах приводи всіх механізмів здійснюються від електродвигунів. Електричну енергію виробляє *дизель-генераторна установка* – двигун внутрішнього згоряння (ДВЗ), який приводить в обертання приєднаний до нього генератор змінного струму (рис. 2.22).

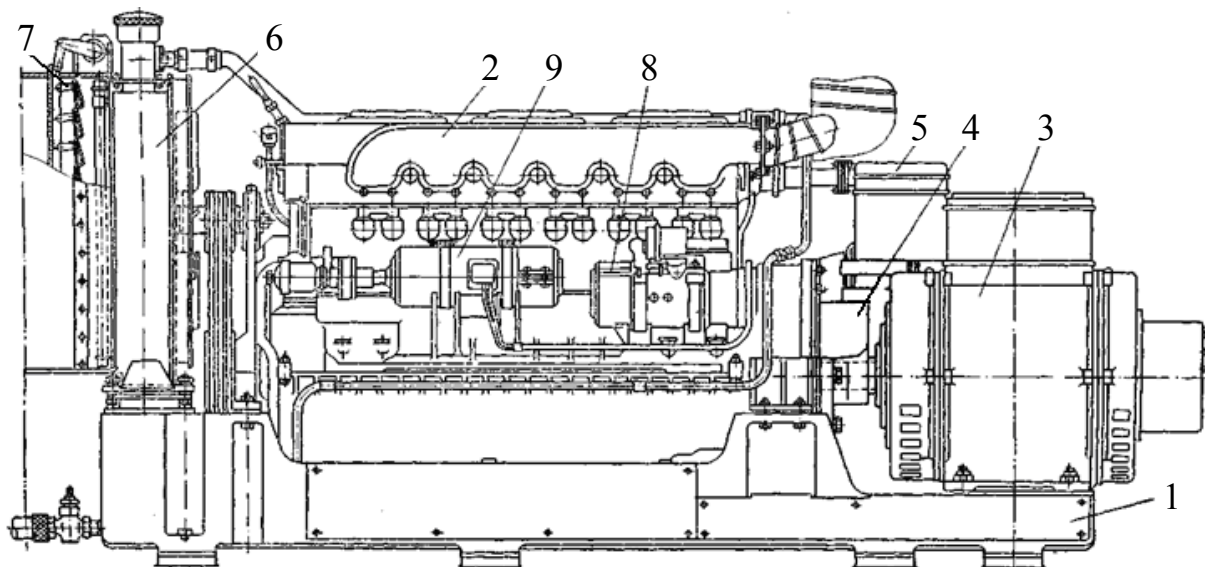


Рис. 2.22. Дизель-генераторна установка крана КДЭ-151:
 1 – рама; 2 – дизельний двигун; 3 – генератор силовий;
 4 – муфта з'єднувальна; 5 – повітроочисник; 6 – радіатор системи водяного охолодження; 7 – жалюзі; 8 – стартер;
 9 – генератор дизеля

Нині на кранах використовуються лише дизельні двигуни, які є економними порівняно з карбюраторними.

Оскільки від частоти обертання колінчастого вала двигуна залежить частота струму, що виробляється генератором, необхідно підтримувати частоту обертання ДВЗ постійною, швидко реагуючи на зміну навантаження. Це здійснюється автоматично, за допомогою регулювальника кількості палива, що подається.

Електроенергія від генератора подається по кабелях до електричної шафи з захисною та комутаційною апаратурою. До шафи підключені кола від пульта керування краном. Струм керування здійснює комутацію силових кіл крана за допомогою електричних апаратів.

Усунення всіх поломок у шафах керування і електричних колах можна здійснювати тільки при непрацюючому генераторі.

Для запобігання випадковому торканню персоналу струмовідних частин у машинному приміщенні крана передбачено блокування дверей: неможливо запустити дизель з відкритими дверима, а в разі відкривання дверей при працюючому двигуні автоматично здійснюється його негайна зупинка.

2.8. Органи керування

У процесі роботи КЗХ керування всіма його механізмами здійснюється з кабіни, де розташоване крісло машиніста і пульт керування (рис. 2.23).



Рис. 2.23. Органи керування крана КЖ-561

До пульта керування, а саме до органів керування краном: важелів, кнопок, кнопкових станцій, педалей – підводиться струм керування від генератора крана, а до кнопки пуску ДВС – від акумуляторної батареї.

Вимоги до схеми розташування, напряму руху основних органів керування поворотом, підйманням і опусканням вантажу, зміною вильоту стріли і телескопіюванням для стрілових самохідних кранів встановлює ДСТУ ISO 7752-2:2015 [7]. Схема розташування для двоходових органів керування і напряму їх руху відповідно до стандарту подана на рис. 2.18.

Для керування *поворотом* за допомогою ручного важеля 1 (рис. 2.24) необхідно:

- подати важіль вперед – поворот у бік стріли (якщо робоче місце оператора розташоване праворуч від стріли, це буде поворот уліво, а якщо ліворуч від стріли або в центрі крана, це буде поворот управо);

- перевести важіль у нейтральне положення для вимкнення повороту;

- потягнути важіль назад для зміни руху в протилежному напрямі.

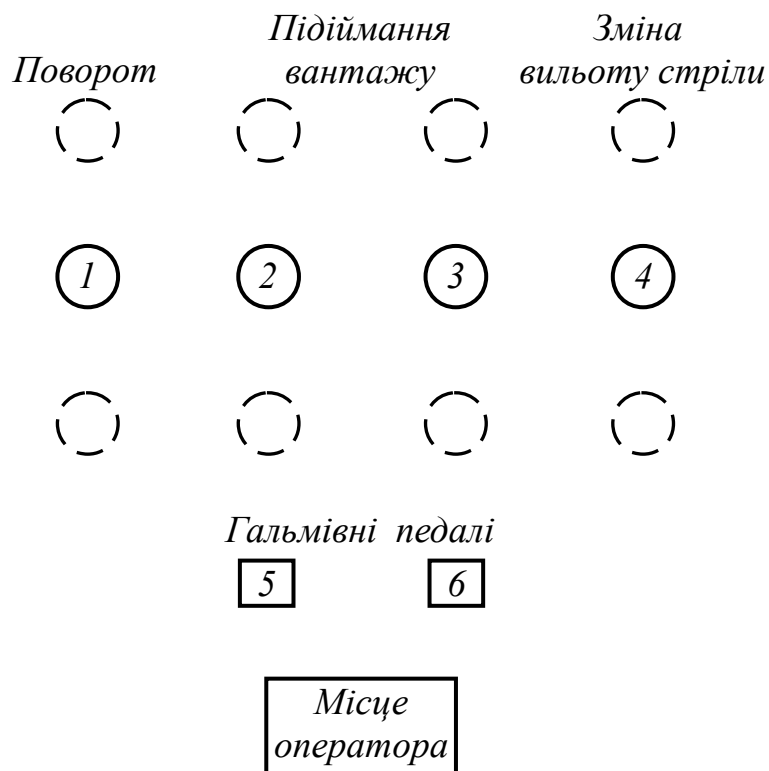


Рис. 2.24. Схема керування краном, оснащеним стрілою постійної довжини, за ДСТУ ISO 7752-2:2015

Для керування *підійманням вантажу* за допомогою ручного важеля 2 і ножної педалі 5, ручного важеля 3 і ножної педалі 6 необхідно:

- потягнути важіль назад для підіймання вантажу;

- перевести важіль у нейтральне положення для вимкнення привода та утримання вантажу в цьому положенні (якщо кран

забезпечений автоматичним гальмом) або контролювати вантаж шляхом натиснення гальмівної педалі;

- подати важіль уперед для опускання вантажу.

Для керування *зміню вильоту* стріли за допомогою ручного важеля 4 необхідно:

- потягнути важіль назад для підймання стріли;

- перевести важіль у нейтральне положення для утримання стріли в цьому положенні;

- подати важіль уперед для опускання стріли.

У сучасних кранах замість важільних органів керування застосовуються джойстики, які є більш компактними і чутливими.

2.9. Цифрові прилади безпеки

Будь-які вантажопідйомні машини і механізми, а КЗХ особливо, є джерелами підвищеної небезпеки. Порухення правил їхньої експлуатації призводить до тяжких наслідків.

Для максимального забезпечення безпеки крани оснащуються пристроями і приладами, які сигналізують машиністові про режими роботи, можливе наближення до небезпечних режимів роботи, а також автоматично відключають механізми, коли досягаються небезпечні режими роботи. До таких режимів належать: перевищення вантажопідйомності на даному вильоті стріли; перевищення допустимої висоти підймання вантажу; зайвий крен крана; перевищення допустимої висоти підймання стріли і т. п.

Цифрові прилади безпеки забезпечують захист крана від перевантаження та перекидання під час підймання вантажу, від пошкодження крана під час роботи в обмежених умовах (координатний захист), від зіткнення механізмів крана з проводами лінії електропередач (захист від небезпечної напруги). Важливим є те, що ці прилади реєструють лінійні та навантажувальні параметри крана в реальному часі. Такі прилади встановлюються не тільки на нових кранах, ними можна оснастити крани минулих років випуску.

Прилади безпеки інтегровані в систему контролю і обмеження вантажопідйомності. *Центральний* пристрій системи,

що називається приладом безпеки, розміщений у кабіні кранівника. До його складу входять контролер і панель керування та індикації.

Окрім центрального пристрою до системи безпеки входять давачі азимуту поворотної платформи, кута нахилу стріли, довжини стріли, зусилля, а також сигналізатор небезпечної напруги, виконавча апаратура і комплект сполучних кабелів. Усі давачі, що працюють з приладом безпеки, встановлюються стаціонарно, за винятком сигналізатора небезпечної напруги.

Вихідні аналогові електричні сигнали давачів перетворюються в цифрові на вході в контролер за допомогою аналого-цифрових перетворювачів (АЦП).

Прилад безпеки виконує такі *функції*:

- обмеження вантажопідйомності відповідно до паспортних характеристик крана; виявлення ліній електропередачі (ЛЕП) за допомогою антенного блока;

- координатний захист під час роботи крана в обмежених умовах і поблизу ЛЕП;

- реєстрацію параметрів напрацювання крана;

- індикацію на лицьовій панелі приладу параметрів робочої конфігурації, параметрів навантаження крана і конструктивних обмежень (висоти підймання гака, вильоту стріли, звивання каната з барабана лебідки та ін.). Прикладами таких пристроїв є прилади безпеки *ОНК-140* і *ОНК-160* (рис. 2.25).

Прилад безпеки *ОНК-160* обладнаний контролером з пам'яттю і вбудованим реєстратором параметрів, оснащеним таймером реального часу. Як монітор застосовується чотирирядковий рідкокристалічний індикатор.



Рис. 2.25. Прилади безпеки ОНК-140, ОНК-160

Прилад, окрім виконання функцій обмеження вантажопідйомності і завдань координатного захисту, виконує контроль параметрів силової установки і гідросистеми крана.

Прилад безпеки *ОГМ-240* (рис. 2.26) призначений для встановлення на стрілові дизель-електричні крани.



Рис. 2.26. Прилад безпеки ОГМ-240 (блоки індикації)

Усі основні параметри, які реєструються ОГМ-240, відображуються на екрані блока індикації. Стикування блоків і

давачів здійснюється окремими з'єднувальними джгутами, що забезпечує простоту монтажу та заміни давачів. Точне налаштування щодо визначення маси вантажу здійснюється за еталонним вантажем. Зчитування інформації з реєстратора параметрів здійснюється за допомогою SD-картки.

Обмежувач вантажопідйомності автоматично формує сигнали відключення механізму підймання вантажу і механізмів, продовження роботи яких спрямоване на зниження стійкості крана у випадку підймання вантажу масою, що перевищує номінальну вантажопідйомність на поточному вильоті стріли.

Обмежувач рухів крана автоматично забезпечує зупинку:

- механізму підймання, коли гак підходить до крайніх верхнього і нижнього положень (обмежувач граничного підймання і опускання гака);
- механізму зміни вильоту стріли в крайніх положеннях;
- механізмів крана у випадку наближення стріли на небезпечну відстань до проводів ліній електропередач (обмежувач небезпечного наближення до ЛЕП).

Прилад визначає та відображує на екрані блока індикації :

- вантажопідйомність для поточного вильоту і ступінь завантаження;
- лінійні параметри крана – виліт стріли, висоту підймання оголовка стріли;
- календарну дату і поточний час доби.

Координатний захист призначений для запобігання зіткненню крана з перешкодами в обмежених умовах роботи.

У ОГМ-240 реалізовані такі види координатного захисту:

- «Стеля» – обмеження висоти підймання оголовка стріли;
- «Стіна» – обмеження вильоту по лінії з довільним кутом нахилу;
- «Поворот управо» та «Поворот уліво» – обмеження кута повороту крана.

Реєстратор параметрів має пам'ять, яка складається з трьох зон зберігання: оперативної інформації, інформації про перевантаження крана та довготривалої інформації.

Оперативна інформація та інформація про перевантаження складається з набору записів. Один запис містить:

- дату і час запису;

- масу вантажу;
- максимально допустиму масу вантажу для поточного вильоту стріли;
- ступінь завантаження крана;
- кут нахилу стріли;
- виліт стріли;
- висоту підймання оголовка стріли;
- кут повороту платформи крана;
- код стрілового обладнання;
- кратність запасування поліспасти;
- стан опорного контуру;
- інформацію про обмеження, що спрацювали;
- стан дискретних входів і виходів;
- факти примусового зняття обмеження.

Довготривала інформація містить:

- загальне напрацювання крана в мотогодинах;
- сумарну кількість робочих циклів;
- статистику піднятих вантажів;
- характеристичне число;
- номери крана і приладу безпеки;
- дату установлення приладу безпеки на кран.

На екрані блока індикації відображуються *контрольні параметри* шасі і кранової установки:

- тиск оливи в системі змащування двигуна;
- температура охолоджувальної рідини;
- тиски оливи в різних частинах гідросистеми крана;
- температура оливи в гідросистемі.

Прилад ОГМ-240 формує *сигнали керування* електрообладнанням кранової установки та шасі:

- електромагнітами дозволу кранових операцій;
- електромагнітом вмикання прискореної роботи лебідки;
- габаритним ліхтарем;
- освітленням вантажу;
- вентилятором охолодження оливи в гідросистемі крана.

Для різних моделей кранів випускаються відповідні модифікації приладу, що відрізняються комплектністю, програмним забезпеченням і напругою живлення.

На сучасних стрілових кранах провідних світових виробників функції діагностики і приладу безпеки розділені, а параметри відображуються на різних панелях.

Контрольні питання

1. З яких основних вузлів складаються ходова та поворотна частини крана на залізничному ходу?
2. Коротко опишіть конструкцію упряжного пристрою крана.
3. Що таке поліспасть? Як визначається кратність поліспасти?
4. Наведіть схему і коротко опишіть конструкцію гакової обойми.
5. За якими ознаками поділяються канати?
6. Як розрізняються стропи за конструкцією? Якими способами встановлюються гаки, петлі та кільця на кінцях стропів?
7. Наведіть схему і опишіть цикл роботи двоканатного грейфера.
8. Чим моторний грейфер відрізняється від канатного? Як поділяють моторні грейфери за типом привода?
9. Чим нормально замкнені гальма відрізняються від нормально розімкнених? Наведіть схему колодкового гальма з електрогідравлічним штовхачем.
10. Які функції можуть виконувати муфти?
11. Як поділяються муфти за принципом дії та основним призначенням?
12. Як поділяються постійні муфти за характером з'єднання валів?
13. Які характеристики мають муфти і як здійснюється вибір муфти?
14. Будова пружної втулково-пальцевої муфти, її переваги і недоліки.
15. Будова зубчастої муфти, її переваги і недоліки.
16. Будова ланцюгової муфти, її переваги і недоліки.
17. Будова, принцип дії та призначення відцентрової муфти.
18. Будова та принцип дії колодкового гальма ТКТГ.

19. Для чого призначений і як працює електрогідравлічний штовхач?

20. Коротко опишіть конструкцію дизель-генераторної установки.

21. Які заходи і засоби електробезпеки передбачені щодо експлуатації і ремонту дизель-електричних кранів?

22. Які органи керування розташовані в кабіні крана? Опишіть схему керування краном, оснащеним стрілою постійної довжини.

23. За яких режимів роботи цифрові прилади безпеки автоматично вимикають механізми крана?

24. Для чого призначений координатний захист і які його види?

25. Які параметри містить оперативна та довготривала інформація реєстратора параметрів крана?

3. ЕЛЕКТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

3.1. Електричні схеми кранів

Електрична схема – це графічне зображення електрообладнання, апаратури та порядку з'єднань їх між собою.

Слід розрізняти три основні типи електросхем:

1) *принципові схеми*, які дають загальне і повне уявлення про принцип роботи того або іншого обладнання та електроапаратури, їх зв'язки між собою, черговість і порядок їх умикання та вимикання;

2) *монтажні електросхеми*, які пояснюють порядок прокладення з'єднувальних проводів і їх групування між окремими елементами принципової схеми;

3) *схеми розведення проводів*, які показують місця прокладення кожного проводу або групи проводів згідно з конкретними конструктивними особливостями місць прокладення.

На принципових схемах слід розрізняти силові лінії, лінії керування та допоміжні лінії [12].

Силові лінії зазвичай містять таке електрообладнання: генератори, електродвигуни, пускорегулювальні резистори,

3 аркуша 1

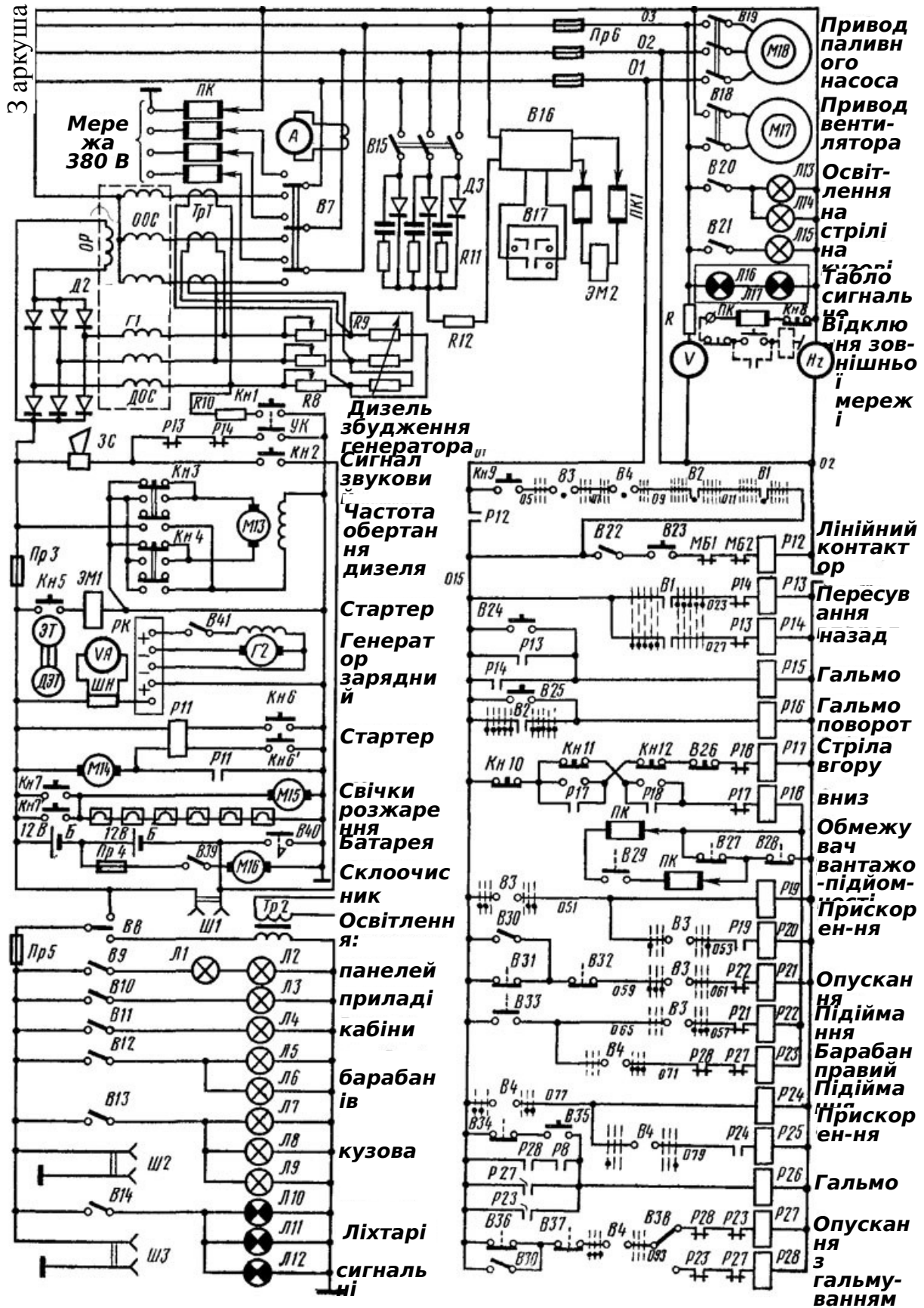
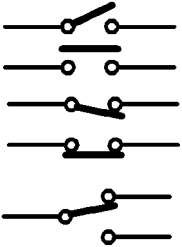
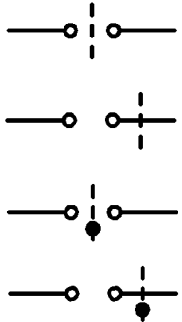
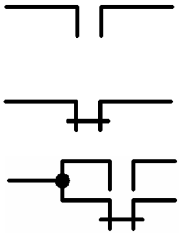
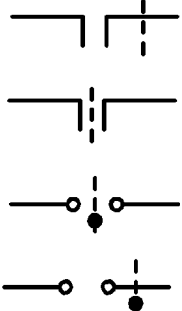
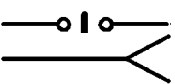


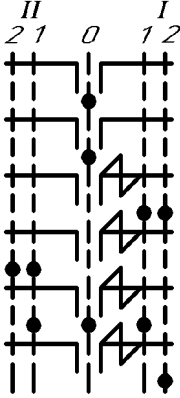



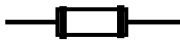



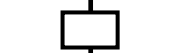
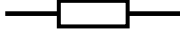
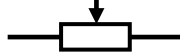

Рис. 3.1. (закінчення)

Умовні позначення на принципових електричних схемах

Позначення	Найменування
1	2
	<p>Контакт вимикача і перемикача:</p> <p>замикальний</p> <p>розмикальний</p> <p>перемикальний</p>
	<p>Контакти вимикачів і перемикачів зі складною комутацією залежно від схеми комутації:</p> <p>замикальний в обидва боки</p> <p>в один бік (наприклад, управо)</p> <p>розмикальний в обидва боки</p> <p>розмикальний в один бік (наприклад, управо)</p>
	<p>Контакт електричного реле, контролера, силового, контактора, пускача, блок-контакт електричного апарата:</p> <p>замикальний</p> <p>розмикальний</p> <p>перемикальний</p>
	<p>При складній комутації контакти силових контролерів можуть позначатися:</p> <p>замикальний в обидва боки</p> <p>замикальний в один бік (наприклад, управо)</p> <p>розмикальний в обидва боки</p> <p>розмикальний в один бік (наприклад, управо)</p>

1	2
	<p>Контакт з гасінням: замикальний</p>
	<p>розмикальний</p>
	<p>Контакт неелектричного реле (датчика шляхового вимикача, кінцевого вимикача і т. п.): замикальний</p>
	<p>розмикальний</p>
	<p>Контакт штепсельної розетки (гніздо)</p>
	<p>Перемикачі, роз'єднувачі: вимикач багатополіусний (наприклад, триполіусний)</p>
	<p>перемикач на один напрям на два положення</p>
	<p>перемикач на один напрям на три положення (середнє є нейтральним)</p>
	<p>перемикач на чотири кола на два положення</p>
	<p>Перемикач кола керування – багатопозиційний (наприклад, командоконтролер), розмикальний контакт вимикається з поворотом управо (I) і в положенні 1, 2, 3, а також з поворотом уліво (II) у положення 2 і 3. Контакт залишається увімкненим у положенні I з поворотом уліво (II)</p>



1	2
	<p>Контролер силовий на два робочих положення в кожен бік на шість напрямів. Два контакти без гасіння, що розмикають із поворотом і вправо, і вліво. Один контакт з гасінням, що замикає з поворотом уліво; один контакт з гасінням, що замикає з поворотом управо; один контакт з гасінням, що розмикає з поворотом і вправо, і вліво на другій позиції; один контакт з гасінням, що замикає з поворотом уліво та з поворотом управо на першій позиції</p>
	<p>Кнопки: кнопка з самоповерненням і замикальним контактом</p>
	<p>кнопка з самоповерненням і розмикальним контактом</p>
	<p>кнопка з засувкою, електромагнітним поверненням і замикальним контактом</p>
	<p>Струмознімач кільцевий</p>
	<p>Запобіжник</p>
	<p>Конденсатор нерегульований</p>
	<p>Діод (випрямляч) напівпровідниковий</p>
	<p>Обмотка реле, контактора і магнітного пускача</p>
	<p>Резистор нерегульований</p>
	<p>Резистор регульований</p>
	<p>Резистор із плавним регулюванням</p>

В8 – перемикач; В9, В10, В11, В12, В13, В14, В20, В21 – вимикачі кіл освітлення; В15 – автомат захисту кола живлення вантажного електромагніту; В16 – командоконтролер магнітний; В17 – командоконтролер керування вантажним електромагнітом; В18, В19 – пускачі; В22 – вимикач аварійний; В23 – вимикач блокування дверей машинного відділення; В24, В25 – вимикачі педалей розгальмування механізмів пересування і повороту; В26 – вимикач кінцевий мінімального вильоту стріли; В27, В28 – мікрОВИМІКАЧІ обмежувачів вантажопідйомності; В29 – вимикач автоматичного перемикача обмежувачів вантажопідйомності; В30 – вимикач блокування; В31, В36 – вимикачі граничного послаблення канатів; В32, В37 – вимикачі кінцеві мінімальної кількості витків каната на барабанах; В33 – вимикач кінцевий граничної висоти підймання вантажу; В34 – вимикач кінцевого блокування педалі; В33; В35 – вимикач педалі розгальмування вантажного барабана; В38 – перемикач режиму роботи крана (вантажного та грейферного); В39 – вимикач склообігрівача; В40 – вимикач акумуляторної батареї; В41 – вимикач обмотки збудження генератора зарядки; Г1 – генератор струму; Г2 – генератор зарядки; Д1, Д2, Д3 – вентилі кремнієві (випрямлячі струму); ДОС – додаткова обмотка статора; ДЭТ – датчик електротахометра; ЗС – звуковий сигнал; Кн1 – кнопка вмикання збудження генератора струму; Кн2 – кнопка подавання звукового сигналу; Кн3 і Кн4 – кнопки зміни частоти обертання дизеля; Кн5 – кнопка зупинки дизеля; Кн6 і Кн6' – кнопки вмикання стартера з пульта керування та щита дизеля; Кн7 і Кн7' – кнопки вмикання мастильного насоса з пульта керування та щита дизеля; Кн8 – кнопка вмикання зовнішнього кола; Кн9 – кнопка вмикання лінійного контактора; Кн10, Кн11 і Кн12 – кнопки керування вантажною стрілою («Стоп», «Вниз», «Вгору»); Л1, Л2 – лампи освітлення панелей; Л3 – лампа освітлення приладів; Л4 – лампа освітлення кабіни машиніста; Л5 і Л6 – лампи освітлення барабанів; Л17, Л8 і Л19 – лампи освітлення машинного відділення; Л10, Л11 і Л12 – сигнальні ліхтарі; Л13, Л14 – світильники на стрілі; Л15 – світильник на кузові крана; Л16 і Л17 – світлове табло; М1, М4, М6, М7, М9, М11 – електродвигуни електрогальм; М2, М3, М5, М8, М10 і М12 – електродвигуни приводів механізмів крана; М13 – електродвигун

регулювання частоти обертання дизеля; М14 – стартер; М15 – електродвигун масляного насоса; М16 – електродвигун привода склоочисника; М17 – електродвигун вентилятора охолодження кабіни; М18 – електродвигун привода паливного насоса; МБ1 і МБ2 – механічні блокування реле максимального струму; ООС – основна обмотка генератора струму; ОР – обмотка ротора генератора струму; Пр1, Пр3, Пр4 і Пр5 – блоки захисту; Пр2 і Пр6 – запобіжники; ПК – кільцевий струмоприймач; ПК1 – кільцевий струмоприймач кабельної котушки вантажного електромагніту; Р3, Р4, Р5, Р6, Р7, Р9, Р10 – електромагнітні реле максимального струму; Р8 – реле мінімального струму; Р11 – реле стартера; Р12, Р13, Р14, Р17, Р18, Р19, Р20, Р21, Р22, Р23, Р24, Р25, Р27, Р28 – контактори; Р15, Р16, Р26 – пускачі магнітні; РК – реле-регуляторна коробка; Тр1 і Тр2 – трансформатори знижувальні; ТрИ – трансформатор струму; ТрТ – трансформатор стабілізувальний; УК – показчик крену крана; Ш1, Ш2 і Ш3 – розетки штепсельні; ЭМ1 – електромагніт зупинки дизеля; ЭМ2 – електромагніт вантажний; ЭТ – електротахометр; R1, R2, R3, R4, R5, R6 – резистори; R7 – нагрівач обігріву кабіни машиніста; R8 – резистор регульований; R9 – резистор стабілізувальний; R10 – обмежувальний резистор, Hz – частотомір; VA – вольтамперметр; V – вольтметр.

З пуском дизеля і встановленням його стійкої роботи і робочого режиму генератор Г1 починає виробляти трифазний змінний струм і на його затискачах встановлюється нормальна напруга від 380 до 400 В.

З перемиканням вручну триполюсного лінійного перемикача В7 у положення живлення від генератора струм подається на силові та допоміжні лінії (керування, освітлення, сигналізації). При цьому всі допоміжні лінії та лінії живлення вантажного електромагніту вмикаються безпосередньо через перемикач, тоді як усі інші (силові лінії) вмикаються додатково через лінійний контактор Р12. Зроблено це з метою забезпечення можливості керування краном і безпечної роботи з вантажним магнітом, оскільки навіть у випадку вимкнення лінійного контактора і знеструмлення силових ліній вантажний електромагніт залишається під струмом і не скине захоплений вантаж. Вмикають лінійний контактор пусковою кнопкою Кн9;

при цьому з метою безпеки здійснено так зване нульове блокування, яке дозволяє вмикання лінійного контактора і подавання струму в силові лінії лише в тому разі, коли всі контролери та командоконтролери керування встановлені на нульових позиціях, тобто в неробочому положенні, і двері в машинне відділення надійно зачинені.

З натисненням кнопки Кн9 котушка лінійного контактора виявляється під струмом по такому колу: запобіжник Пр6 – провід 02 – котушка Р12 – розмикальні контакти механічних блокувань МБ1 і МБ2 – замикальний контакт блокування зачинення дверей В23 – аварійний вимикач В22 – нульові контакти контролера руху В1 і контролера обертання В2 – нульові контакти командоконтролерів В3 і В4 – пускова кнопка Кн9 – провід 01 – запобіжник Пр6.

Із вмиканням лінійного контактора його блок-контакти замикають коло живлення котушки Р12, минувши нульові контакти контролера і командоконтролерів, забезпечивши можливість переведення їх у робоче положення, тобто можливість увімкнення механізмів.

Зі спрацьовуванням будь-якого з чотирьох реле максимального струму Р3, Р4, Р5, Р6 спрацьовує механічне блокування МБ1, а зі спрацьовуванням реле Р7, Р9 і Р10 спрацьовує блокування МБ2, розриваючи коло живлення котушки контактора Р12, відключаючи його і знеструмлюючи силову лінію.

Підіймання і опускання вантажу здійснюються електродвигунами М10 і М12, які вмикаються і керуються окремо командоконтролерами В3 і В4, що мають по три позиції на підіймання вантажу, по три позиції на опускання та по одній нульовій позиції на кожному. Керування здійснюється через систему контакторів: Р21, Р22, Р23, Р27 у колах статорів обмоток і Р19, Р20, Р24 і Р25 у колах роторних обмоток електродвигунів.

Прослідкуємо увімкнення електродвигуна М10. З переведенням командоконтролера В3 на першу позицію в бік підіймання замикається лінія живлення котушки Р22 по такому колу: запобіжник Пр6 – провід 02 – замикальний блок-контакт Р12 – розмикальний контакт одного з вимикачів обмежувача вантажопідйомності В28 або В27 (залежно від положення

вимикача В29) – котушка Р22 – розмикальний блок-контакт Р21 – замикальний контакт командоконтролера В3 – замикальний контакт вимикача, що обмежує підймання вантажозахоплювальних пристроїв В33, – замикальний блок-контакт Р12 – провід 01 – запобіжник Пр6. Контакт Р22 спрацьовує та своїми силовими контактами замикає коло живлення обмотки статора електродвигуна М10, і його ротор починає обертатися, забезпечуючи підймання вантажу.

У коло роторної обмотки електродвигуна включений пускорегулювальний резистор R4 і на першій позиції командоконтролера він виявляється повністю увімкненим, тому частота обертання електродвигуна буде найменшою. З переведенням командоконтролера на другу позицію додатково замкнуться його контакти і отримає живлення котушка Р19 по такому колу: запобіжник Пр6 – провід 02 – замикальний блок-контакт Р12 – котушка Р19 – замикальний контакт В3 – замикальний блок-контакт Р12 – провід 01 – запобіжник Пр6. Контакт Р19 спрацьовує і своїми силовими контактами замикає частину пускорегулювального резистора R4, у результаті чого електродвигун М10 отримує підвищену частоту обертання. З переведенням командоконтролера на третю позицію аналогічно спрацює контактор Р20, виводячи з роторного кола повністю весь пускорегулювальний резистор, у результаті чого швидкість підймання буде найбільшою.

Електродвигун гальма М9 підключений безпосередньо до затискачів основного електродвигуна, тому вмикається і вимикається одночасно з ним, здійснюючи розгальмування з увімкненням основного двигуна і загальмування з його вимкненням.

Вантаж опускається переведенням командоконтролера В3 на позиції опускання через те, що найменша швидкість опускання відповідає третій позиції, тобто з кола роторної обмотки повністю виведений пускорегулювальний резистор R4. Умикання електродвигуна на опускання потрібно починати з третьої позиції, переводячи на неї швидко командоконтролер. З установленням командоконтролера на третю позицію опускання буде увімкнений також контактор Р21, котушка якого отримає живлення по колу: запобіжник Пр6 – провід 02 – замикальний

блок-контактор Р12 – котушка Р21 – розмикальний блок-контакт контактора Р22 – контакт командоконтролера В3 – розмикальний контакт вимикача мінімальної кількості витків каната на барабані В32 – розмикальний контакт вимикача послаблення каната В31 (під час грейферної роботи) або замикальний контакт вимикача В30 (під час вантажної роботи) – замикальний блок-контакт Р12 – провід 01 – запобіжник Пр6 і контактор Р20, який замикає і виводить пускорегулювальний резистор R4 з кола роторної обмотки.

Опускання зупиняють швидким переведенням командоконтролера на нульову позицію.

Умикання та керування електродвигуном М12 командоконтролером дещо відрізняється від керування електродвигуном М10. Є два режими роботи щодо опускання вантажу: нормальне опускання та опускання в режимі динамічного гальмування з метою отримання малих (повзучих) швидкостей. Увімкнення електродвигуна в нормальному режимі є аналогічним увімкненню електродвигуна М10, із тією лише різницею, що електродвигун гальма М11 підключений не безпосередньо до затискачів основного двигуна, а самостійно – через магнітний пускач Р26, у коло котушки якого включений вимикач педалі розгальмування В35, що дозволяє розгальмовувати гальмо при вимкненому електродвигуні М11. Це є важливим для роботи крана з грейфером.

Увімкнення електродвигуна М12 на підймання здійснюється через контактори Р23 та контактори Р24 і Р25, які прискорюють швидкість підймання. Увімкнення на опускання здійснюється контактором Р27, лінія живлення котушки якого така: запобіжник Пр6 – провід 02 – замикальний блок-контакт Р12 – котушка Р27 – розмикальний блок-контакт Р23 – розмикальний блок-контакт Р28 – контакт перемикача режимів В38 – контакт командоконтролера В4 – контакт вимикача граничної мінімальної кількості витків каната В37 – розмикальний контакт послаблення каната В36 (під час грейферної роботи) або замикальний контакт вимикача В30 (під час вантажної роботи) – замикальний блок-контакт Р12 – провід 02 – запобіжник Пр6.

Під час опускання вантажу електродвигуном М12 у режимі динамічного гальмування в обмотку статора електродвигуна

подається постійний струм по колу, що складається з трансформатора Тр1 – запобіжників Пр1 – кремнієвих вентилів Д1 – реле мінімального струму Р8 – додаткового резистора R6 – контактора Р28 – обмотки статора електродвигуна М12. Постійний струм в обмотці статора створює постійне магнітне поле, яке чинить гальмувальну дію на ротор, що обертається за рахунок енергії вантажу, який опускається під дією власної ваги. Вмикання електродвигуна М12 на опускання в режимі динамічного гальмування здійснюється через контактор Р28, коло живлення котушки якого є таким: запобіжник Пр6 – провід 02 – замикальний блок-контакт Р12 – котушка Р28 – розмикальний блок-контакт Р27 – розмикальний блок-контакт Р23 – контакт перемикача В38 (встановлений у положення динамічного гальмування) – контакт командоконтролера В4 – замикальний контакт вимикача В30 – замикальний блок-контакт Р12 – провід 01 – запобіжник Пр6. Реле мінімального струму Р8 спрацьовує і розриває коло живлення котушки магнітного пускача Р26 і тим самим загальмовує механізм. Це запобігає подальшому опусканню вантажу в разі згоряння запобіжників Пр1 або Пр2.

Механізм пересування крана приводиться в дію одночасно двома електродвигунами М2 і М3, що вмикаються і керуються через контактори Р13 і Р14 одним контролером В1, який має п'ять позицій для руху вперед, п'ять позицій «назад» і одну нульову. У роторні обмотки електродвигунів включені пускорегулювальні резистори R1 і R2, що вводяться і виводяться контролером В1, завдяки чому є п'ять розганяльних швидкостей: найменша при введенні повних величин опорів резисторів та максимальна – з їх виведенням. Під час руху крана самоходом на значну відстань з метою запобігання виходу з ладу резистора контролер має стояти на 5-й позиції.

З переведенням контролера на першу позицію, а потім на наступні, наприклад у бік руху вперед, його контакти замкнуть лінію живлення котушки контактора Р13 за такою схемою: запобіжник Пр6 – провід 02 – замикальний блок-контакт контактора Р12 – котушка Р13 – розмикальний блок-контакт контактора Р14 – відповідний робочий контакт контролера В1 – замикальний блок-контакт Р12 – провід 01 – запобіжник Пр6. Контактор Р13 спрацьовує і своїми силовими контактами замикає

коло живлення статорів обмоток електродвигунів М2 і М3: наприклад по третій фазі, по такому колу: генератор Г1 – первинна обмотка стабілізуючого трансформатора струму ТрТ – перемикач лінійний В7 – контактор лінійний Р12 – реле Р9 – замикальний контакт контактора Р13 – кільцевий струмоприймач ПК – статори обмотки електродвигунів. Одночасно з надходженням струму до статорів обмотки електродвигунів також через кільцевий струмоприймач ПК струм подається на електродвигуни М1 і М4 електричних гальм, чим розгальмовується механізм пересування крана. Для забезпечення можливості руху крана за інерцією (накатом) з вимкненими двигунами необхідно мати можливість розгальмовувати гальмо, коли електродвигуни М2 і М3 не працюють. Це досягається за рахунок того, що в систему живлення електродвигунів гальма включений пускач магнітний Р15, який додатково може бути увімкнений педаллю розгальмування В24. У цьому випадку котушка пускача отримує незалежне живлення по колу: запобіжник Пр6 – провід 02 – замикальний блок-контакт Р12 – котушка Р15 – замикальний контакт педалі В24 – замикальний блок-контакт Р12 – провід 01 – запобіжник Пр6.

Механізм повороту крана приводиться в дію електродвигуном М5, керованим контролером В2, який має п'ять позицій для повороту крана вправо, п'ять – для повороту вліво та одну нейтральну – нульову позицію. Живлення статора обмотки двигуна, наприклад по третій фазі, відбувається по такому колу: генератор Г1 – первинна обмотка трансформатора стабілізуючого ТрТ – лінійний вимикач В7 – лінійний контактор Р12 – реле Р9 – відповідний контакт контролера В2 – обмотка статора електродвигуна М5. Одночасно з подачею струму на обмотку статора струм надходить до електродвигуна М6 електрогальма через пускач Р16, внаслідок чого гальмо розгальмовується одночасно з початком руху основного електродвигуна. Для забезпечення можливості повороту крана за інерцією в коло живлення електродвигуна гальма включений пускач Р16, який може спрацьовувати незалежно від основного двигуна та вмикається від педалі розгальмування Р25 по такому колу: запобіжник Пр6 – провід 02 – замикальний блок-контакт контактора Р12 – котушка пускача Р16 – педаль розгальмування В25 – замикальний блок-контакт Р12 – провід 01 – запобіжник Пр6.

У роторне коло електродвигуна М5 включений пускорегулювальний резистор Р3, який уводиться і виводиться контролером В2. При цьому введення повного опору резистора відповідає мінімальній швидкості повороту, а виведення – максимальній швидкості повороту крана.

Механізм зміни вильоту стріли приводиться в рух електродвигуном М8, керованим кнопками Кн10, Кн11 і Кн12 («Стоп», «Угору», «Униз») через контактори Р17 і Р18. З натисканням кнопки Кн11 спрацьовує контактор Р17 по такому колу: запобіжник Пр6 – провід 02 – замикальний блок-контакт Р12 – котушка Р17 – розмикальний блок-контакт Р18 – вимикач мінімального вильоту стріли Р26 – розмикальний контакт кнопки Кн12 – замикальний контакт кнопки Кн11 – розмикальний контакт кнопки Кн10 – замикальний блок-контакт контактора Р12 – провід 01 – запобіжник Пр6. Своїми силовими контактами контактор Р17 замикає коло живлення обмотки статора електродвигуна М8, який приводить у дію механізм зміни вильоту стріли в бік підймання.

З натисненням кнопки Кн12 спрацьовує контактор Р18 по такому колу: запобіжник Пр6 – провід 02 – замикальний блок-контакт Р12 – розмикальні контакти вимикачів обмежувача вантажопідйомності В28 і В27 – котушка Р18 – розмикальний контакт Р17 – замикальний контакт кнопки Кн12 – розмикальний контакт кнопки Кн11 – розмикальний контакт кнопки Кн10 – замикальний блок-контакт Р12 – провід 01 – запобіжник Пр6. Обмотка статора електродвигуна отримує живлення зі зміною фаз, і електродвигун приведе в дію механізм у бік опускання стріли.

Контактори Р17 і Р18 мають подвійне блокування на блок-контактах контакторів і кнопок керування, завдяки чому кнопки після їх натиснення можуть бути відпущені, оскільки живлення котушок Р17 і Р18 зберігається через замикальні блок-контакти цих контакторів.

Натисненням кнопки Кн10 зупиняється рух механізму, оскільки розриваються кола живлення котушок обох контакторів.

Електродвигун гальма М7 підключений безпосередньо до затискачів основного електродвигуна, тому вмикається і вимикається одночасно з ним, чим розгальмовує механізм для руху і загальмовує його для зупинки.

Вантажний електромагніт ЕМ2 працює на постійному струмі, тому його живлення здійснюється через випрямляч струму, який складається з кремнієвих випрямлячів ДЗ, захищених від імпульсів зворотного струму резисторами R11 і конденсаторами С.

Випрямляч струму з метою незалежної роботи вантажного електромагніту в мережу змінного струму підключений в обхід лінійного контактора Р12 через автоматичний триполюсний вимикач В15 з електромагнітним розчіплювачем.

Вмикання і вимикання вантажного електромагніту здійснюється командоконтролером В17 через магнітний контролер В16.

Простежуючи аналогічно інші кола електричної схеми, можна розібратися з вмиканням засобів освітлення, сигналізації, пуску та зупинки дизеля, перемиканням живлення їх від акумуляторної батареї Б або від знижувального трансформатора Тр2.

3.2. Генератори

Як джерело струму на дизель-електричних кранах (дивись рис. 2.22) застосовують генератори постійного і змінного струму.

Принцип дії генератора заснований на законі електромагнітної індукції – індукування електрорушійної сили (ЕРС) у прямокутному контурі (дротовій рамці), що заходиться в однорідному магнітному полі, яке обертається. Або навпаки, прямокутний контур обертається в однорідному нерухомому магнітному полі. Для створення магнітного поля генератор має так звану систему збудження, основним елементом якої є обмотка збудження, що живиться постійним струмом.

На кранах найбільшого розповсюдження набули генератори змінного струму через те, що передбачається живлення крана від зовнішніх силових мереж. Окрім того, для змінного струму електрична схема та пускорегулювальна апаратура значно спрощуються.

Існують синхронні та асинхронні генератори змінного струму. У *синхронному* генераторі частота обертання магнітного поля статора дорівнює частоті обертання ротора, а в *асинхронному* – ротор обертається з випередженням відносно до магнітного поля статора.

За кількістю фаз можна виділити одно-, дво- і трифазні генератори.

За способом збудження генератори змінного струму поділяються:

1) на генератори, обмотки збудження яких живляться постійним струмом від стороннього джерела електричної енергії, наприклад акумуляторної батареї (генератори з незалежним збудженням);

2) генератори, на обмотки збудження яких подається постійний струм відносно малої потужності від окремого генератора (збудника), який з'єднаний з валом з основного генератора;

3) генератори, обмотки збудження яких живляться випрямленим струмом самих же генераторів (генератори з самозбудженням);

4) генератори зі збудженням від постійних магнітів.

На кранах зазвичай застосовуються синхронні трифазні (з частотою 50 Гц) генератори з самозбудженням (рис. 3.2).

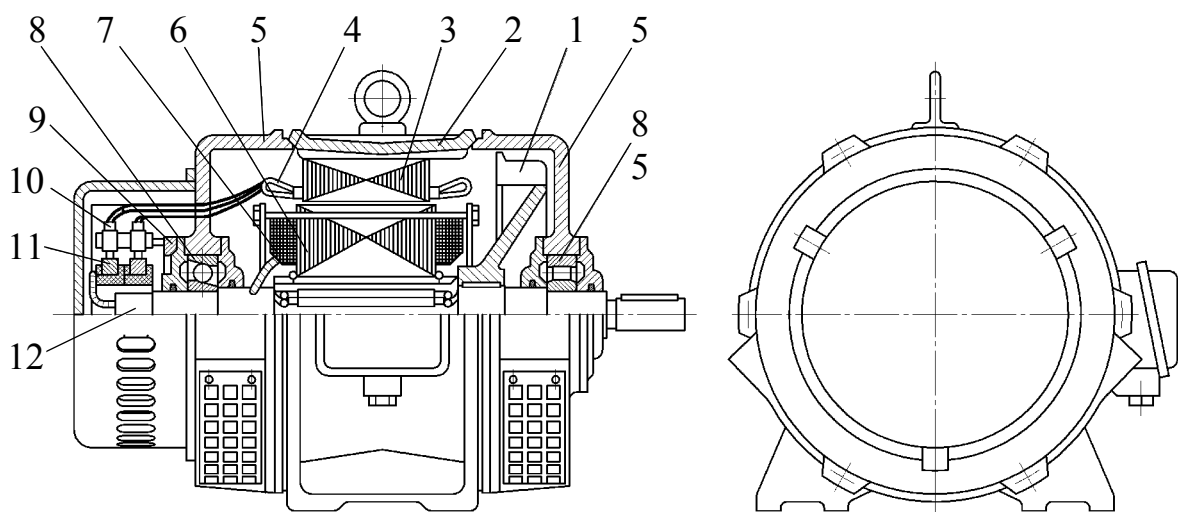


Рис. 3.2. Синхронний генератор із самозбудженням через вбудований блок випрямлячів серії ECC5:

- 1 – крильчатка вентилятора; 2 – корпус статора;
- 3 – осердя статора; 4 – обмотка статора;
- 5 – підшипниковий щит; 6 – осердя ротора;
- 7 – обмотка ротора; 8 – підшипник; 9 – чавунне кільце;
- 10 – блок випрямлячів; 11 – контактне кільце;
- 12 – вал ротора

Статор є нерухомою частиною і складається з корпусу 2 та осердя 3, у пазах якого розміщена статорна обмотка 4, призначена для індуквання в ній ЕРС. Осердя набирається з листів електротехнічної сталі товщиною від 0,35 до 0,5 мм, у яких виконані пази для укладання провідників обмотки статора.

На валу 12 ротора посаджене осердя 6 з обмоткою збудження 7, кінці якої виведені на контактні кільця 11 по внутрішній порожнині вала. Струмознімання з контактних кілець здійснюється за допомогою щіток, які встановлені в щіткотримачах і притискаються до контактної поверхні пружинами.

Для перетворення змінного струму в постійний, що живить обмотку ротора, служить блок випрямлячів 10.

Сучасні синхронні генератори мають здебільшого безщіткову систему збудження. У цьому випадку струм в обмотці збудження ротора індукується за рахунок змінного магнітного поля, яке створюється основною та/або додатковою обмоткою статора.

Магнітне поле ротора, який приводиться в обертання від дизельного двигуна, обертається разом з ним. З обертанням ротора магнітний потік полюсів перетинає статорну обмотку і наводить у ній ЕРС за законом електромагнітної індукції

$$E = 4,44 \cdot f \cdot w \cdot k_w \cdot \Phi, \quad (3.1)$$

де E – електрорушійна сила (ЕРС), В;

f – частота змінного струму, Гц;

w – кількість витків обмотки ротора;

k_w – обмотковий коефіцієнт;

Φ – магнітний потік, Вб.

Частота індукованої ЕРС струму, Гц,

$$f = \frac{p \cdot n}{60}, \quad (3.2)$$

де p – кількість пар полюсів;

n – частота обертання ротора, об/хв.

Характерною особливістю роботи генератора на крані, як і двигунів, є різка зміна навантаження з умиканням і вимиканням

окремих механізмів. Виходячи з цього до генераторів, що встановлюються на кранах, висувуються особливі вимоги щодо забезпечення постійної напруги при різкій зміні навантажень. Тому кранові генератори оснащуються спеціальними стабілізуючими пристроями.

На крані КДЭ-151 встановлений генератор змінного трифазного струму ЕС-93-4С із самозбудженням через механічний випрямляч, посаджений на один вал з ротором генератора. Генератор закритий з аксіальною вентиляцією за допомогою відцентрового вентилятора.

Обмотка статора ООС (рис. 3.3) виконана з дрібних секцій і з'єднана в зірку з виводом нульового проводу. Крім основної обмотки ООС, статор має додаткові обмотки збудження ДОЗ, фазові кінці яких приєднані до стабілізуючого пристрою, а другі кінці прикріплені до щіток, попарно з'єднаних і укріплених на кільці траверси.

Механічний випрямляч МВ містить розрізне кільце, встановлене на валу ротора, по якому ковзають щітки. Кільце містить робочі і неробочі ламелі (пластини), кількість яких дорівнює кількості полюсів генератора. Усі ламелі ізольовані одна від одної прокладками.

Робочі ламелі через одну з'єднані перемичками, утворюючи дві гілки, кінці яких з'єднані з кінцями обмотки ОР ротора. Ширина неробочих ламелей разом з прокладками дорівнює ширині щіток.

Щітки з'єднані з корпусом генератора через траверсу. Щітки також попарно з'єднані гнучкими кабелями, утворюючи паралельні гілки, до яких приєднані кінці додаткової обмотки статора.

Залишковий магнетизм сердечника ротора, який обертається, індукує в додатковій статорній обмотці ДОС струм змінного напрямку, що надходить на механічний випрямляч. Там він перетворюється в ЕРС постійного струму і надходить в обмотку збудження ротора ОР. У результаті створюється додатковий магнітний потік, що, складаючись із залишковим, створює збільшення ЕРС у додатковій обмотці, а отже, і в обмотці ротора.

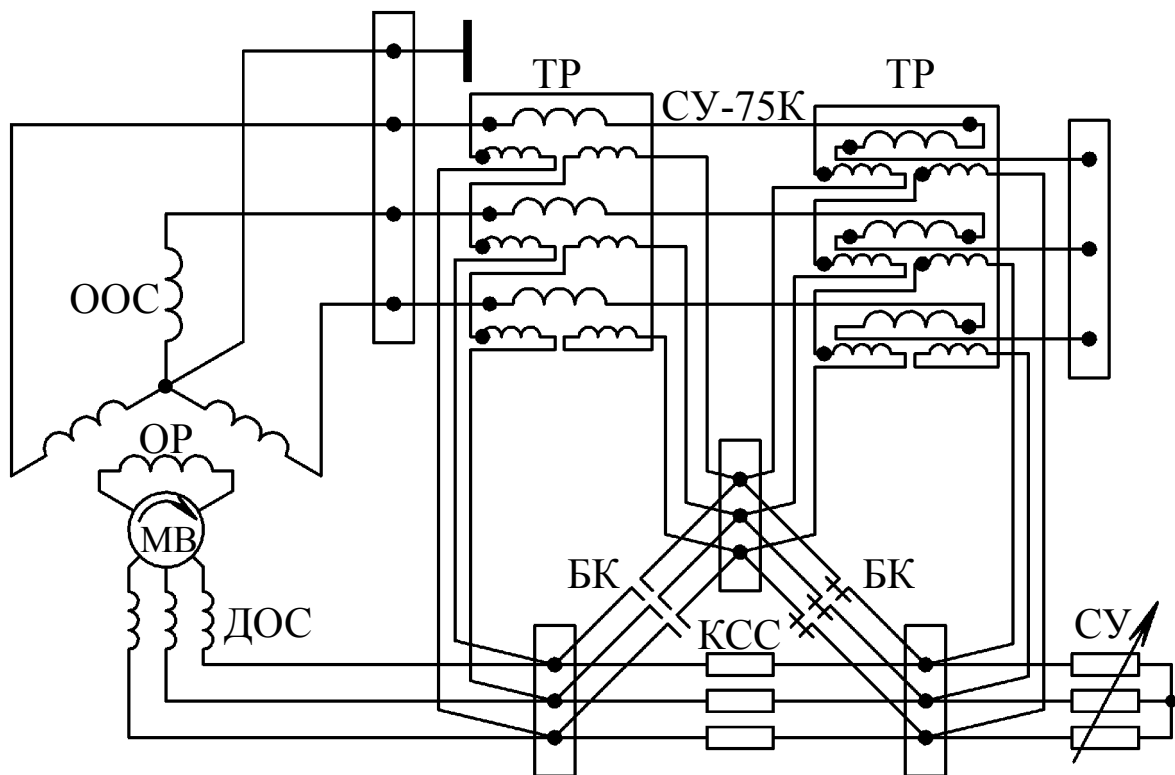


Рис. 3.3. Схема генератора ЕС-93-4С із самозбудженням через механічний випрямляч та зі стабілізуючим пристроєм СУ-75К:

ООС – обмотка статора; ДОС – додаткова обмотка збудження;
 МВ – механічний випрямляч; ОР – обмотка ротора;
 ТР – блок трансформаторів; КСС – компаундувальні резистори;
 БК – блок-контакти; СУ – резистори уставки

Цей процес триває доти, поки на затискачах генератора не встановиться номінальна напруга 400 В.

З підключенням до генератора навантаження через обмотку статора проходить струм, у результаті чого статор почне створювати потік, що протидіє магнітному потоку ротора. У результаті напруга на затискачах генератора почне падати. Зі збільшенням навантаження більше спадає напруга.

Для відновлення напруги і підтримання її в певних межах застосований стабілізуючий пристрій СУ-75К, який складається з двох трансформаторних блоків ТР, кожний з яких має три трансформатори. Первинна обмотка кожного трансформатора має малу кількість витків, а дві вторинні обмотки мають одна 32 витки, інша 4 витки.

Первинні обмотки всіх трансформаторів включені в коло основних обмоток статора, а вторинні підключені до компаундувальних резисторів КСС. Навантажувальний струм, проходячи через первинні обмотки трансформаторів, індукує у вторинних обмотках додатковий струм, що подається на резистори КСС, у результаті чого падає напруга. Падіння напруги на кожному фазовому резисторі КСС є джерелом додаткової ЕРС, що, додаючись до ЕРС додаткової обмотки статора ДОС, надходить на механічний випрямляч МВ. Чим більша ЕРС подається на випрямляч, тим більший магнітний потік ротора.

Примітка. Компаундування збудження синхронного генератора – це автоматичне регулювання його напруги, що ґрунтується на зміні струму збудження залежно від струму в статорі.

Зі зміною зовнішнього навантаження змінюється струм у вторинних обмотках трансформатора, при цьому зі збільшенням струму навантаження збільшується падіння напруги на фазових резисторах КСС. Навпаки, зі зменшенням навантажувального струму знижується величина падіння напруги на резисторах.

Зі збільшенням зовнішнього навантаження збільшується розмагнічувальна дія статорної обмотки, але внаслідок впливу вторинних обмоток трансформаторів збільшується магнітний потік ротора, і підсумковий магнітний потік зберігається. У результаті цього напруга на затискачах генератора підтримується в межах від 360 до 400 В.

Зі зниженням зовнішнього навантаження спостерігається зворотне явище, що також забезпечує коливання напруги лише в певних межах. Розрахунок вторинних обмоток трансформаторів і з'єднання їх між собою виконані так, що стабілізація напруги забезпечується при нормальній роботі генератора лівим блоком, а під час опускання вантажу – правим блоком стабілізуючого пристрою.

Особливістю роботи розглядуваного генератора є також і те, що він може працювати як у режимі генератора, так і в режимі двигуна. Під час підймання вантажу генератор працює як джерело струму для живлення електродвигуна лебідки підймання. У цьому випадку працює лівий блок трансформаторів стабілізуючого пристрою. Під час опускання вантаж розкручує

електродвигун. Останній переводиться для роботи в режимі генератора, а сам генератор у цей час працює в режимі двигуна, забезпечуючи опускання вантажу з необхідною швидкістю. При цьому автоматично через контакти блока-контактора БК вмикається правий блок трансформаторів. Резистори уставки СУ увімкнені послідовно з резисторами КСС, що дозволяє періодично здійснювати регулювання стабілізуючого пристрою залежно від зовнішніх кліматичних умов.

На кранах КДЭ-161 і КДЭ-251 встановлені генератори змінного струму типу ЕСС5-4М101 (дивись рис. 3.2) із самозбудженням за схемою компаундування з електромагнітним коректором.

Генератор Г1 синхронний, із самозбудженням від кремнієвих випрямлячів Д2 (дивись рис. 3.1, аркуш 2). Принцип роботи цього генератора є таким. За рахунок залишкового магнетизму в додатковій обмотці статора ДОС при обертанні ротора індукується слабка ЕРС змінного струму. Із трифазної обмотки ДОС вона подається на випрямляч Д2, де перетворюється в ЕРС постійного струму й надходить в обмотку ротора ОР. Цей струм в обмотці ротора створює додатково магнітний потік невеликої сили, що додається до потоку залишкового магнетизму. За рахунок цього в додаткову обмотку статора підводиться ЕРС, яка є дещо більшою порівняно з ЕРС від залишкового магнетизму. Цей процес повторюється доти, поки на затискачах генератора не виникне номінальна напруга 380 В. З метою більшої надійності та гарантії збудження схемою передбачена подача початкового імпульсу від акумуляторної батареї шляхом вмикання кнопки Кн1 у момент пуску генератора.

Робота генератора в крановому режимі характеризується різкими коливаннями навантаження під час вмикання та вимикання механізмів крана.

Для підтримання напруги генератора за зміни навантажень служить спеціальний стабілізуючий пристрій, який складається з трьох трансформаторів струму ТрТ, компаундувального резистора R9 і резистора уставки R8.

Під час навантаження струм проходить через основну обмотку статора ООС. Статор сам створює магнітний потік, який

чинить розмагнічувальну дію на магнітний потік ротора, внаслідок чого напруга на затискачах генератора падає. Чим більше завантажується генератор, тим більший струм в обмотці ООС, тим більше падає напруга.

Стабілізуючий пристрій відновлює напругу і підтримує її на постійному рівні при різній величині навантаження. Стабілізуючий пристрій працює так. У коло кожної з генераторних фаз входить трансформатор ТрТ. Навантажувальний струм, проходячи по первинній обмотці трансформатора, викликає струм у його вторинній обмотці. Ці струми надходять до компаундувального резистора R9, у якому під дією вторинних струмів починає падати напруга. Падіння напруги на кожному резисторі R9 можна розглядати як джерело ЕРС, яка, додаючись геометрично до ЕРС додаткової обмотки статора, надходить сумарною на випрямляч Д2. Чим більше ця сумарна ЕРС, тим більший випрямлений струм, тим більший і магнітний потік ротора.

Зі зміною навантаження змінюється й величина струмів у вторинних обмотках трансформатора ТрТ, тому падіння напруги на компаундувальних резисторах також змінюється. Чим більше навантаження, тим більше падіння напруги на резисторах, і навпаки. Але зі збільшенням струму навантаження збільшується розмагнічувальна дія статорної обмотки, тому для того, щоб підсумковий струм збудження залишався постійним, необхідно, щоб магнітний потік ротора був більшим. Схема стабілізуючого пристрою та параметри обмоток і резисторів є такими, що автоматично змінюється струм обмотки ротора зі зміною навантаження на генератор як за величиною, так і за $\cos\phi$. Таким чином забезпечується сталість підсумкового магнітного потоку збудження, що створює відносну сталість напруги на затискачах генератора.

Резистор уставки R8 призначений для регулювання неробочого ходу в незначних межах.

Компаундувальний резистор R9 регулюється на початку експлуатації генератора, а також за необхідності.

На кранах серії ЕДК (дивись розд. 5) застосовуються генератори DGB, DGK-1, DGK-10, SSE потужністю від 75 до 165 кВт.

Генератор DGB (рис. 3.4) складається з чотирьох основних вузлів: станини з головними полюсами 1 і обмотками збудження 2; ротора з перетворювачем 3 магнітного поля, яке обертається, вентилятором, колектором 4 і контактними кільцями 5; підшипникового щита з боку колектора, у якому розташований щітковий механізм для зняття напруги трифазного змінного струму і щітковий механізм для зняття постійної напруги, що живить обмотки збудження 2; підшипникового щита (з боку привода) з роликовим підшипником і полюсним кільцем 6. Станина виконана зі сталевих пластин у вигляді кільця, усередині якого розташовано чотири полюси. На цих полюсах знаходиться обмотка збудження 2, що через реостат 7 підключається до щіток колектора 4.

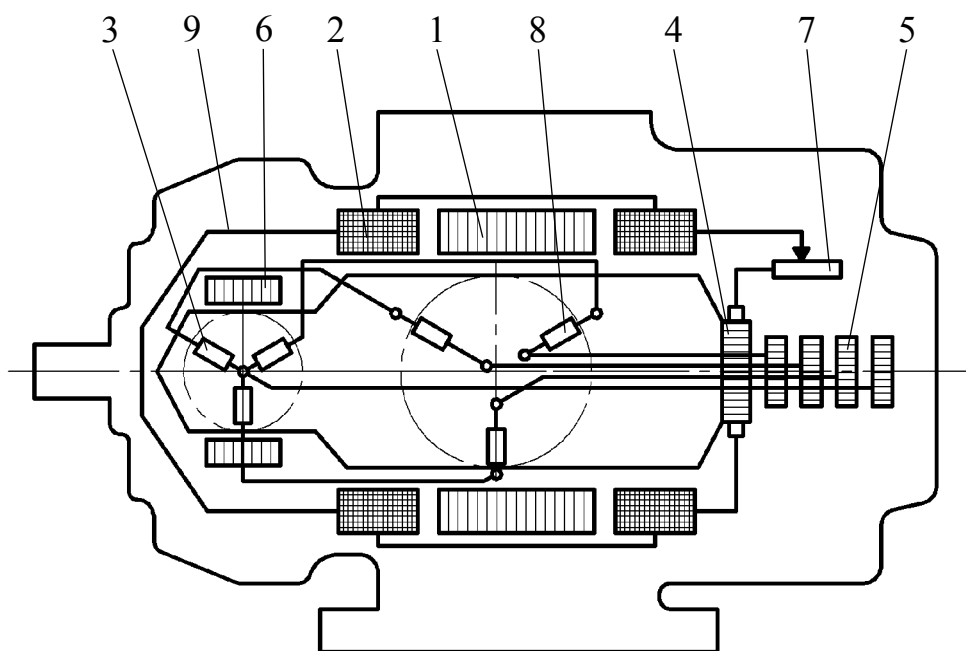


Рис. 3.4. Електрична схема генератора DGB:

- 1 – полюс; 2 – обмотка збудження; 3 – обмотка перетворювача;
 4 – колектор; 5 – контактне кільце; 6 – полюсне кільце;
 7 – реостат; 8 – основна обмотка ротора;
 9 – обмотка постійного струму

Ротор є валом, що має два осердя з пластин електротехнічної сталі. У пази осердя великого діаметра

укладається основна обмотка 8, призначена для наведення в ній ЕРС величиною 380 В. Кінці обмотки підключені до контактних кілець 5. У пазах осердя малого діаметра знаходяться дві обмотки. Одна обмотка з'єднана послідовно з обмоткою великого осердя та загальним виводом «0» і підводиться до контактного кільця. Ця обмотка є обмоткою перетворювача 3. Роторна обмотка підключається до колектора 4 через пази осердя великого діаметра та є обмоткою, що живить котушки збудження.

Постійність напруги підтримується зміною магнітного поля генератора (збудження). Внаслідок залишкового магнетизму полюсів в обмотці постійного струму 9 наводиться невелика ЕРС, яка знімається з колектора і подається на обмотку збудження. Магнітне поле генератора збільшується, і в обмотці постійного струму наводиться більша ЕРС. Струм обмотки постійного струму обмежується реостатом і встановлюється так, щоб напруга генератора на неробочому ходу була 380 В. Зі збільшенням навантаження струм основної обмотки зростає, а оскільки ця обмотка включена послідовно з обмоткою перетворювача, то і в ній протікає збільшений струм. Цей струм створює більше магнітне поле перетворювача, що обертається разом з ротором перетворювача. Збільшене магнітне поле, замикаючись у полюсному кільці, стає нерухомим відносно магнітного поля обмотки постійного струму. Тоді в цій обмотці наводиться велика ЕРС, що через колектор подається в обмотку збудження. Магнітне поле генератора збільшується, і в основній обмотці наводиться велика ЕРС, тобто напруга на затискачах генератора залишається у визначених межах.

Зі зменшенням навантаження струм в основній обмотці знижується, зменшується і ЕРС в обмотці постійного струму, внаслідок чого напруга генератора не підвищується.

Генератор SSE (рис. 3.5) має статор, що є литим корпусом із запресованим осердям із пластин електротехнічної сталі. У пазах осердя укладена трифазна обмотка, з'єднана за схемою «зірка», яка є основною обмоткою статора; у ній наводиться ЕРС генератора. Ротор генератора – це вал з напресованим чотириполюсним осердям із пластин електротехнічної сталі. На полюсах встановлені котушки, обмотки яких з'єднані послідовно

і підключені до двох контактних кілець. Кріпляться котушки на осерді за допомогою підкладок.

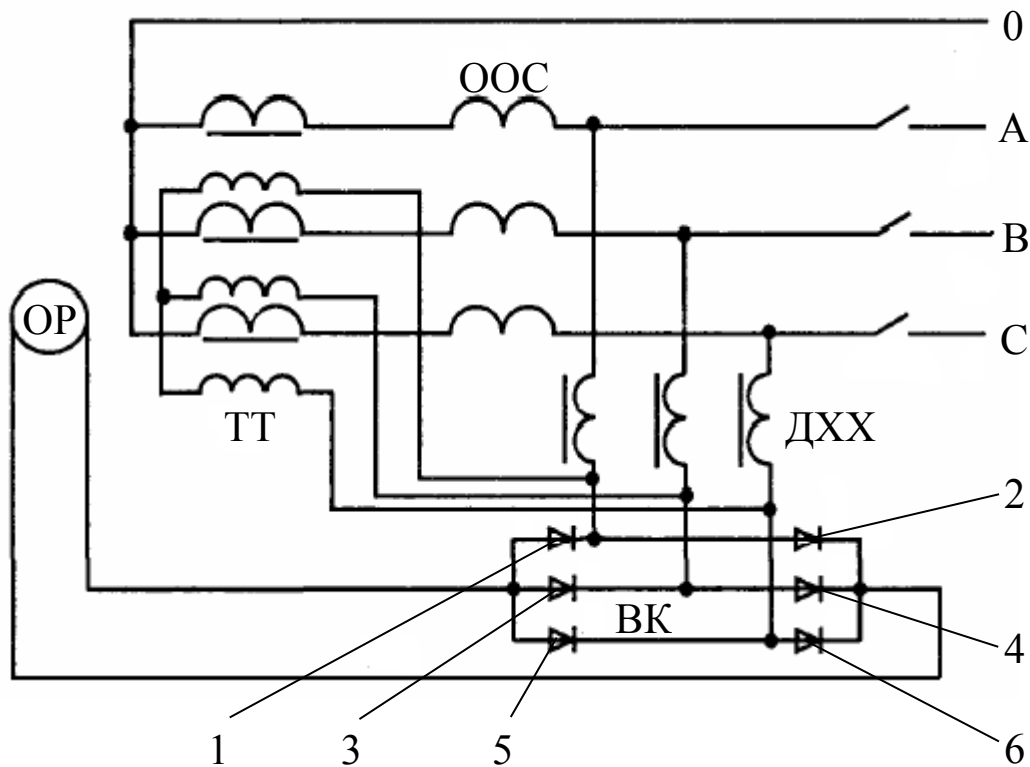


Рис. 3.5. Електрична схема генератора SSE:
 ООС – основна обмотка статора; OP – обмотка ротора;
 ТТ – трансформатор; ДХХ – дросель холостого ходу;
 ВК – випрямляч; А, В, С – виводи обмоток ТТ

Обмотка ротора є обмоткою збудження і призначена для створення магнітного поля генератора. Блок стабілізації і збудження складається з дроселя холостого ходу (ДХХ), трансформатора струму та випрямляча кремнієвого (ВК). Блок розташований на задньому підшипниковому щиті. Три осердя ДХХ набираються з пластин електротехнічної сталі. Осердя стягнуті нижнім і верхнім ярмами так, щоб між ярмом і осердям був повітряний проміжок. Кожне осердя ДХХ має обмотку. Осердя струмового трансформатора також виконане з пластин електротехнічної сталі та має по дві обмотки на кожну фазу.

Первинна обмотка з'єднується послідовно з основною обмоткою статора ООС, а інші кінці з'єднуються до купи та підключаються до клеми «0». Вторинні обмотки з'єднані з ДХХ

та ВК. Кремнієвий випрямляч зібраний за трифазною мостовою схемою Ларіонова.

Розглянемо принцип роботи генератора SSE. За рахунок залишкового магнетизму полюсів ротора в ООС наводиться невелика ЕРС, яка через ДХХ і ВК подається на обмотку збудження (ОЗ). Магнітне поле генератора збільшується і в ООС наводиться ще більша ЕРС. Процес наростання ЕРС генератора триває до номінального значення і обмежується повітряним проміжком ДХХ. Зі збільшенням навантаження струм в ООС і первинній обмотці ТТ зростає, а напруга на затискачах генератора мала б падати, але цього не відбувається. Збільшена ЕРС вторинної обмотки трансформатора ТТ через ВК подається на ОЗ. Магнітне поле генератора збільшується і відбувається компенсація падіння напруги на генераторі. Зі зменшенням струму навантаження напруга на генераторі не збільшується, оскільки на ОЗ подається менша ЕРС зі вторинної обмотки ТТ.

Трифазна мостова схема ВК працює таким чином. Протягом кожної шостої частини періоду по колу під дією випрямленої напруги по одній із фаз проходить постійний струм. У момент часу 1 миттєва напруга фази А є максимальною. Струм у колі навантаження (ОЗ) йде по шляху: фаза А – випрямляч 1 ООС, випрямлячі 4 і 6 фаз В і С, вивід вторинної обмотки ТТ – фаза А.

У момент 1', коли у фазі А максимум напруги зворотної півхвилі, струм йде по колу: фаза А – нульова точка «0» – фази В і С – випрямлячі 3 і 5 – обмотка ОЗ – випрямляч 2 – фаза А. Таким чином, в обидва напівперіоди у фазі А проходить випрямлений струм. У моменти 2 і 2' випрямлення станеться у фазі В, а в моменти 3 і 3' – у фазі С.

Генератор DGK-1 (рис. 3.6) складається з тих самих вузлів, що і генератор SSE, але відрізняється тим, що в обмотку ДХХ включені конденсатори С і на вторинній обмотці ТТ_{в2} є виводи для регулювання напруги. Внаслідок залишкового магнетизму полюсів в обмотці статора наводиться невелика ЕРС, яка через конденсатори, ДХХ, вторинні обмотки ТТ, ВК подається на ОВ. При малій частоті обертання дизеля частота наведеної в ООС електрорушійної сили складає від 20 до 30 Гц, а опір ємності конденсаторів та індуктивний опір обмотки ДХХ на цій частоті є нульовим. Залишається тільки активний опір обмотки ДХХ, отже, забезпечується надійне збудження. При частоті 50 Гц опір ДХХ

збільшується, і він обмежує напругу на холостому ходу. Під навантаженням схема працює так само, як і схема генератора SSE.

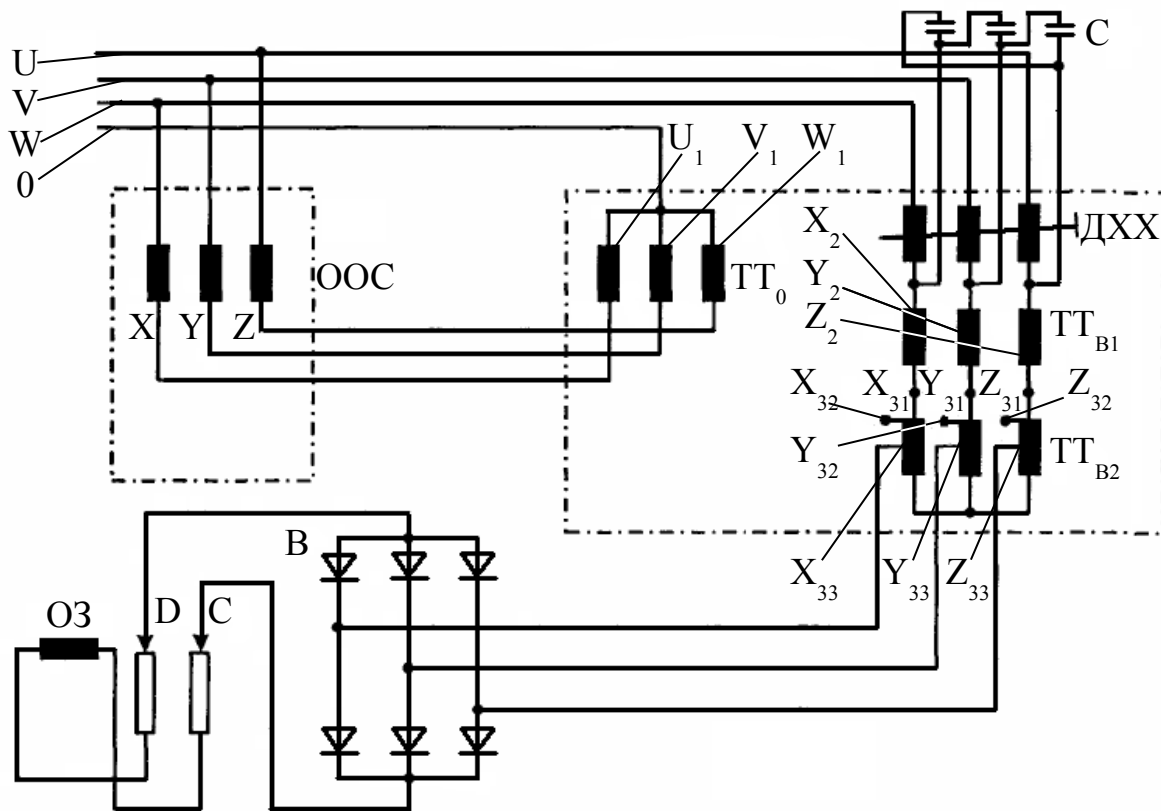


Рис. 3.6. Електрична схема генератора DGK-1

Генератор DGK-10 (рис. 3.7) не має електричного зв'язку між обмотками статора і ротора через контактні кільця і щітки, як в описаних раніше синхронних генераторів, тобто в нього нема кільця на валу ротора, а живлення обмотки збудження забезпечується магнітним зв'язком між статором і ротором. Статор генератора є корпусом із запресованим осердям з пластин електротехнічної сталі. У пази осердя укладена обмотка ООС, у якій наводиться ЕРС генератора.

3.3. Електродвигуни

У приводах механізмів кранів використовуються асинхронні трифазні електродвигуни з короткозамкненим або фазним ротором.

Принцип роботи електродвигуна полягає в такому. Живлення обмотки статора трифазним змінним струмом створює

магнітне поле, що обертається. Воно обертається з синхронною частотою n_1 і наводить у нерухомій обмотці ротора електрорушійну силу, під дією якої в ній протікає струм.

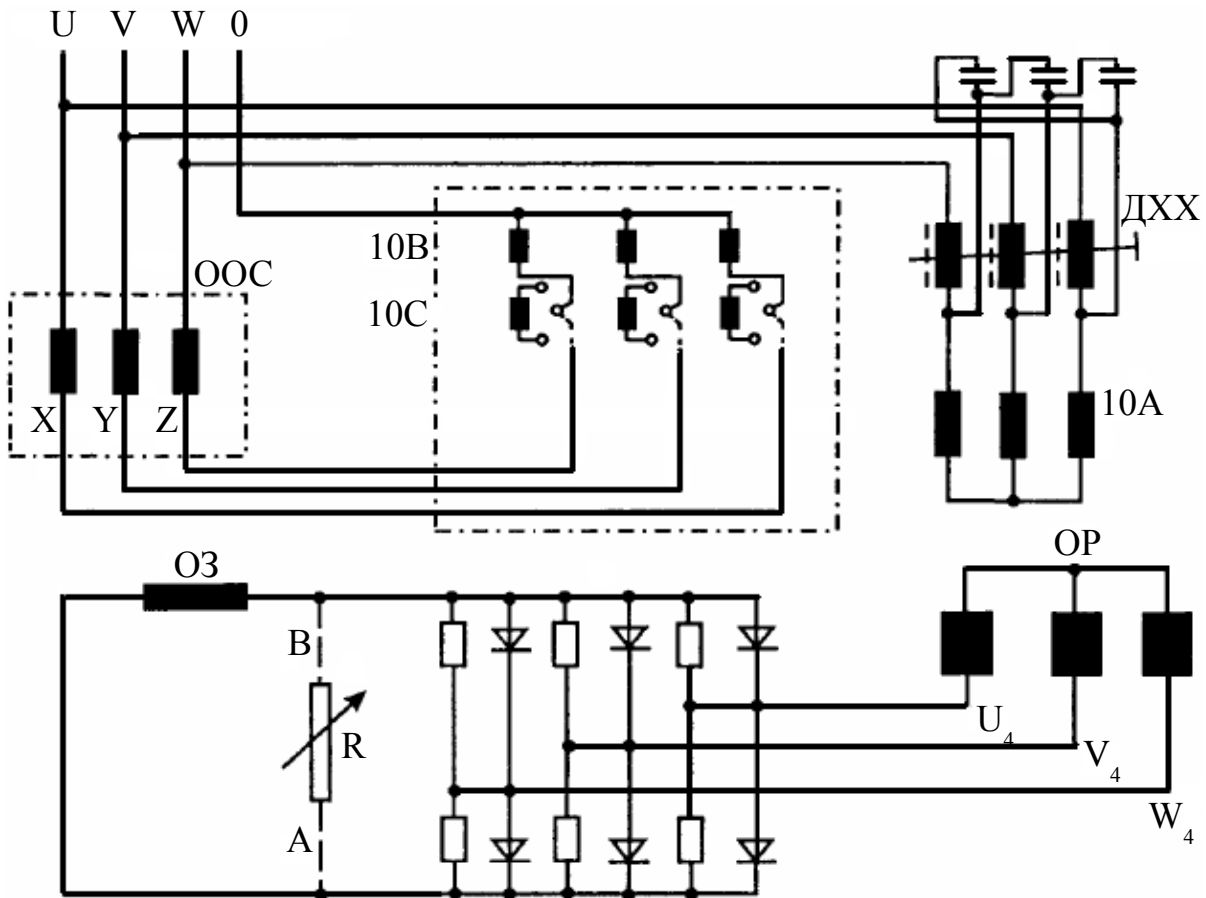


Рис. 3.7. Електрична схема генератора DGK-10:

ООС – основна обмотка статора; 10В, 10С – первинна обмотка статора обертального трансформатора; ДХХ – дросель холостого ходу; 10А – вторинна обмотка статора обертального трансформатора; ОЗ – обмотка збудження; В – випрямляч; ОР – обмотка ротора; R – установлювальний реостат

Струм ротора, взаємодіючи з магнітним полем статора, створює обертальний момент. Під дією цього моменту ротор починає обертатися в тому самому напрямку, що і магнітне поле статора, але частота обертання ротора n_2 завжди менше частоти обертання магнітного поля n_1 . Тому двигуни отримали назву асинхронних. Різниця частот обертання називається *ковзанням*,

яке вимірюється у відсотках. В електродвигунах кранів ковзання складає від 3 до 10 %.

Частота обертання ротора, об/хв:

$$n_2 = \frac{60 \cdot f}{p} \cdot \left(1 - \frac{S}{100}\right), \quad (3.3)$$

де f – частота змінного струму, $f = 50$ Гц;

S – ковзання у відсотках;

p – кількість пар полюсів;

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100 \%, \quad (3.4)$$

де n_1 – частота обертання магнітного поля статора, об/хв;

n_2 – частота обертання ротора, об/хв.

Обмотка *короткозамкненого ротора* складається зі стрижнів, приєднаних до замикальних кілець. У більшості двигунів така обмотка виконується заливанням складеного осердя ротора розплавленим алюмінієвим сплавом. При цьому одночасно зі стрижнями обмотки відливаються замикальні кільця та вентиляційні лопатки (рис. 3.8).

Трифазний асинхронний двигун з *фазним ротором* має статор аналогічний двигуну з короткозамкненим ротором. Проте його ротор відрізняється тим, що він містить не стрижні в пазах, а повноцінну трифазну обмотку, з'єднану в зірку. Кінці зірки обмотки фазного ротора виведені на три контактні кільця, насаджені на вал ротора, і електрично ізольовані від нього (рис. 3.9).

За допомогою щіток на кільця подається трифазна змінна напруга. Підключення може здійснюватися як безпосередньо, так і через реостати. У коло ротора вводиться додатковий резистор, який є пусковим (для збільшення пускового моменту і одночасного зменшення пускового струму).

У кранових електродвигунах ковзання складає від 3 до 10 %. Так, у двигуна з ковзанням $S = 5,5$ % і кількістю пар полюсів $p = 3$ частота обертання ротора, за формулою (3.3),

$$n_2 = \frac{60 \cdot 50}{3} \cdot \left(1 - \frac{5,5}{100}\right) = 945 \text{ об/хв.}$$

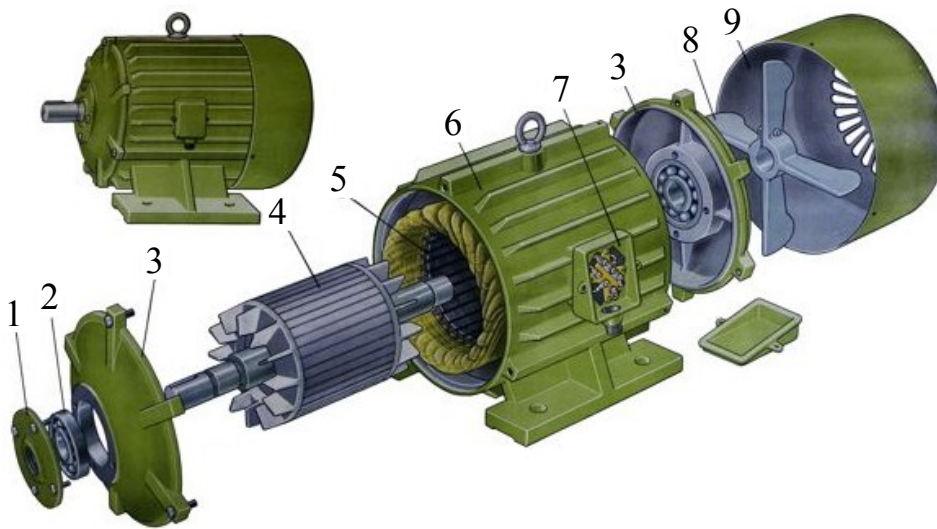


Рис. 3.8. Асинхронний трифазний електродвигун з короткозамкненим ротором:

- 1 – кришка підшипника; 2 – підшипник; 3 – підшипниковий щит;
 4 – ротор; 5 – статор з обмотками; 6 – станина; 7 – клемна коробка; 8 – вентилятор; 9 – кожух

Якщо ж у коло ротора включити пусковий резистор з опором, збільшеним у п'ять разів, то ковзання буде дорівнювати 27,5 %. Тоді частота обертання ротора, за формулою (3.3),

$$n_2 = \frac{60 \cdot 50}{3} \cdot \left(1 - \frac{27,5}{100}\right) = 725 \text{ об/хв.}$$

Таким чином, шляхом підбору опору пускового резистора в колі ротора можна отримати необхідну частоту його обертання, тобто електродвигун з фазним ротором із подачею напруги починає працювати з меншою частотою обертання (перша позиція ручки контролера), яка збільшується з вимкненням пускових резисторів.

Безумовно, двигуни з фазним ротором коштують дорожче, але їхній пусковий момент під навантаженням значно вищий, ніж у двигунів з короткозамкненим ротором. Саме через підвищену потужність і великий пусковий момент цей тип двигунів знайшов

застосування в приводах кранів, де запуск здійснюється під навантаженням, а не вхолосту.

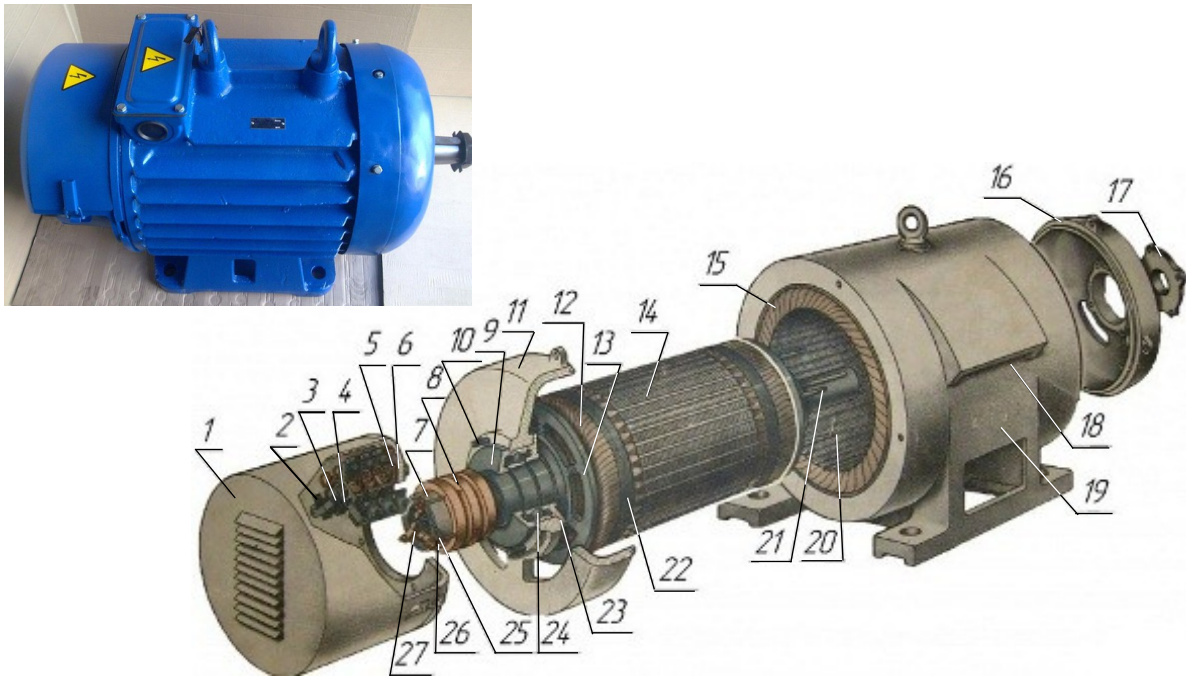


Рис. 3.9. Асинхронний трифазний електродвигун з фазним ротором:

- 1 – кожух із жалюзі; 2 – щітки; 3 – щіткова траверса зі щіткотримачами; 4 – палець кріплення щіткових траверс;
- 5 – виводи від щіток; 6 – колодка; 7 – ізоляційна втулка;
- 8 – контактні кільця; 9 – зовнішня кришка підшипника;
- 10 – шпилька кріплення коробки і кришок підшипника;
- 11 – задній підшипниковий щит; 12 – обмотка ротора;
- 13 – обмоткотримач; 14 – осердя ротора; 15 – обмотка статора;
- 16 – передній підшипниковий щит; 17 – зовнішня кришка підшипника; 18 – вентиляційні отвори; 19 – станина;
- 20 – осердя статора; 21 – шпильки внутрішньої кришки підшипника; 22 – бандаж; 23 – внутрішня кришка підшипника;
- 24 – підшипник; 25 – вал; 26 – контактні кільця;
- 27 – виводи обмотки ротора

У КЗХ двигуни з короткозамкненим ротором використовують у механізмах зміни вильоту стріли, а також в усіх електрогідроштовхачах, з фазним ротором – у механізмах підймання вантажу, пересування та повороту.

Як правило, використовуються типові електродвигуни, що випускаються у спеціальному крановому виконанні (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Кранові електродвигуни з фазним ротором серії МТ

Призначення двигуна	Тип	Потужність, кВт	Частота обертання, об/хв	Сила струму статора при напрузі		ЕРС ротора, В	Сила струму ротора, А
				220 В	380 В		
Підіймання вантажу	МТ-42-8	16	720	94,5	54,5	197	70,9
Пересування крана	МТ-31-6	11	955	48,8	28,2	199	36,8
Зміна вильоту стріли	МТ-11-6	2,2	888	12,3	7,1	135	12,7

Примітка. ЕРС – електрорушійна сила.

Для зменшення періоду розгону і зупинки необхідно, щоб в електродвигунів і механізмів крана був якомога менший маховий момент. З цією метою в електродвигунах діаметр ротора зменшують, збільшуючи його довжину по осі вала.

Якщо в різних механізмів межа допустимого навантаження визначається механічною міцністю їхніх окремих деталей, то навантаження електродвигуна обмежується допустимим нагріванням його окремих частин. Це нагрівання спричиняється внутрішніми втратами у двигуні. Особливо чутлива до підвищення температури ізоляція його обмоток. Внаслідок перевищення допустимої температури ізоляція руйнується і окремі частини обмоток замикаються між собою. Виникають струми короткого замикання, які на короткий час розігрівають провідники обмоток, що призводить до повного руйнування чи навіть займання ізоляції.

Гранично допустима температура для електродвигунів загального призначення, ізоляція обмоток яких належить до класу А, становить від 95 до 100 °С.

Кількість теплоти, яка виділяється в електродвигуні, залежить не тільки від його навантаження, а й від тривалості роботи. Тому розрізняють вісім режимів роботи електродвигунів, які, за міжнародною класифікацією, мають умовні позначення від S1 до S8.

Тривалий режим (S1) характеризується незмінним навантаженням, яке триває невизначено довгий час. Працюючи в цьому режимі, двигун нагрівається до певної усталеної температури, яка за весь час його роботи є незмінною.

Короткочасний режим (S2) характеризується робочими періодами та періодами зупинок, причому перші настільки короткі (не більше 120 хв), що двигун не встигає досягти усталеної температури, а другі настільки тривалі, що він встигає повністю охолонути.

Повторно-короткочасний режим (S3) характеризується безперервним чергуванням однакових за тривалістю робочих періодів і періодів пауз. У робочий період електродвигун не встигає нагрітися до усталеної температури, а в період паузи – повністю охолонути. Цей режим роботи визначається *відносною тривалістю вмикання* двигуна (ТВ), яка вимірюється у відсотках:

$$ТВ = \frac{t_p}{T_{\text{ц}}} \cdot 100 \% \quad (3.5)$$

де t_p – тривалість роботи протягом циклу, хв;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, хв,

$$T_{\text{ц}} = t_p + t_0, \quad (3.6)$$

де t_0 – тривалість паузи протягом циклу, хв.

Передбачено такі значення ТВ: 15, 25, 40 і 60 % при циклы $T_{\text{ц}}$ не більше 10 хв. Залежно від ТВ та кількості вмикань протягом однієї години виділяють п'ять режимів роботи кранових електродвигунів (табл. 3.3).

Режими роботи електродвигунів S1–S3 є основними, номінальні дані про які надаються виробниками в каталогах і паспортах машин.

Таблиця 3.3

Значення показника ПВ у різних режимах роботи

Режим роботи електродвигунів кранів	ТВ, %	Кількість вмикань за 1 год
Легкий	15	60
Середній	25	120
Важкий	40	240
Вельми важкий	40	300
Вельми важкий безперервної дії	80	720

Номінальні режими S4–S8 уведені для того, щоб звести довільний режим до еквівалентного номінального.

Повторно-короткочасний режим роботи електродвигуна з впливом пускових процесів S4 – послідовність ідентичних циклів роботи, кожен з яких містить час пуску, достатній для того, щоб пускові втрати впливали на температуру частин машини, час роботи з постійним навантаженням, протягом якого машина не нагрівається до усталеної температури, і час простоювання, протягом якого машина не охолоджується до температури довкілля.

Повторно-короткочасний режим роботи електродвигуна з впливом пускових процесів і електричним гальмуванням S5 – послідовність ідентичних циклів роботи, кожний з яких містить досить тривалий час пуску, час роботи з постійним навантаженням, протягом якого машина не нагрівається до усталеної температури, час швидкого електричного гальмування та час простоювання, за який машина не охолоджується до температури довкілля.

Перемежований режим роботи електродвигуна з впливом пускових процесів і електричним гальмуванням S7 – послідовність ідентичних циклів, кожний з яких містить досить тривалий пуск, роботу з постійним навантаженням і швидке електричне гальмування. Режим не містить пауз.

Перемижований режим роботи електродвигуна з періодичною, що змінюється, частотою обертання S_8 – послідовність ідентичних циклів, кожний з яких містить час роботи з незмінним навантаженням і незмінною частотою обертання, потім проходить один або кілька періодів з іншими постійними навантаженнями, кожному з яких відповідає своя частота обертання (наприклад, цей режим реалізується з перемиканням кількості пара полюсів асинхронного двигуна). Режим не містить пауз.

Розглянемо *види гальмування асинхронних електродвигунів*.

Під час підймання і опускання вантажу або стріли механізми крана передають на електродвигуни неоднакове за значенням і характером навантаження. У процесі підймання електродвигун долає вагу вантажу і сили тертя в механізмах. У процесі опускання можуть бути два види навантаження. Якщо опускається тільки гак або легкий вантаж, коли вага недостатня для подолання тертя в механізмі, то двигун вмикається для опускання. Такий режим називається *режимом силового опускання*.

Якщо вага вантажу перевищує сили тертя, то опускання вантажу відбувається з прискоренням, що є небезпечним і недопустимим. Тому електродвигун переводять у *гальмовий режим*. Одним із способів електричного гальмування є створення електродвигуном гальмового зусилля, яке обмежує швидкість опускання вантажу і не допускає його падіння з прискоренням, тобто вантаж опускається з постійною швидкістю. У цьому режимі командоконтролер повинен стояти в останньому положенні. Опустити вантаж у цьому режимі при проміжних положеннях командоконтролера, тобто з введеними опорами резисторів у колі ротора, не дозволяється. У цьому випадку частота обертання ротора зростатиме.

Режим *рекуперативного гальмування* здійснюється в тому випадку, коли швидкість ротора асинхронного двигуна перевищує синхронну. Із переходом у генераторний режим внаслідок зміни знака моменту змінює знак активна складова струму ротора. У цьому випадку асинхронний двигун віддає активну потужність (енергію) у мережу і споживає з мережі реактивну потужність (енергію), необхідну для збудження.

Двигун вмикається в напрямі опускання вантажу. Рекуперативне гальмування є найбільш економічним видом гальмування.

Гальмування асинхронного електродвигуна *противмиканням* може бути використане при активному характері моменту навантаження, який створюється, наприклад, на валу двигуна механізму підймання крана. Припустимо, що треба здійснити опускання вантажу, забезпечуючи його гальмування за допомогою асинхронного двигуна. Для цього в коло ротора двигуна включається додатковий резистор. Внаслідок перевищення моменту навантаження над пусковим моментом вантаж може опускатися зі сталою швидкістю. Режим *противмикання* використовується лише в аварійних випадках.

На КЗХ, наприклад ЕДК-1000/4, застосовується динамічне гальмування під час опускання стріли і вантажу шляхом подачі напруги двох фаз у проміжних позиціях ручки контролера. Тримати ручку контролера в цьому положенні треба якомога менше. Двигун у цьому випадку працює в режимі генератора незалежно від мережі змінного струму, перетворюючи кінетичну енергію рухомих мас в електричну, яка розсіюється у вигляді тепла в колі ротора.

3.4. Акумуляторні батареї

Для запуску двигунів, а також освітлення і сигналізації на кранах використовуються переважно свинцеві стартерні акумуляторні батареї. Залежно від кількості елементів батареї позначаються 3-СТ або 6-СТ, тобто з трьома акумуляторами (елементами) у батареї або шістьма і відповідно напругою 6 або 12 В. Ємність акумулятора вимірюється в ампер-годинах (А·год).

Умовне позначення типів батарей і їхніх виконань встановлюють згідно з ДСТУ ГОСТ 959:2006 [4] (рис. 3.10).

Приклад умовного позначення батареї, що містить 6 акумуляторів номінальною напругою 12 В, номінальною місткістю 55 А·год, із загальною кришкою, сухозарядженої:

6СТ-55А;

такої самої, залитої електролітом, яка не підлягає обслуговуванню:

6СТ-55А3 не обслуговується;

такої самої, сухозарядженої, яка не підлягає обслуговуванню:

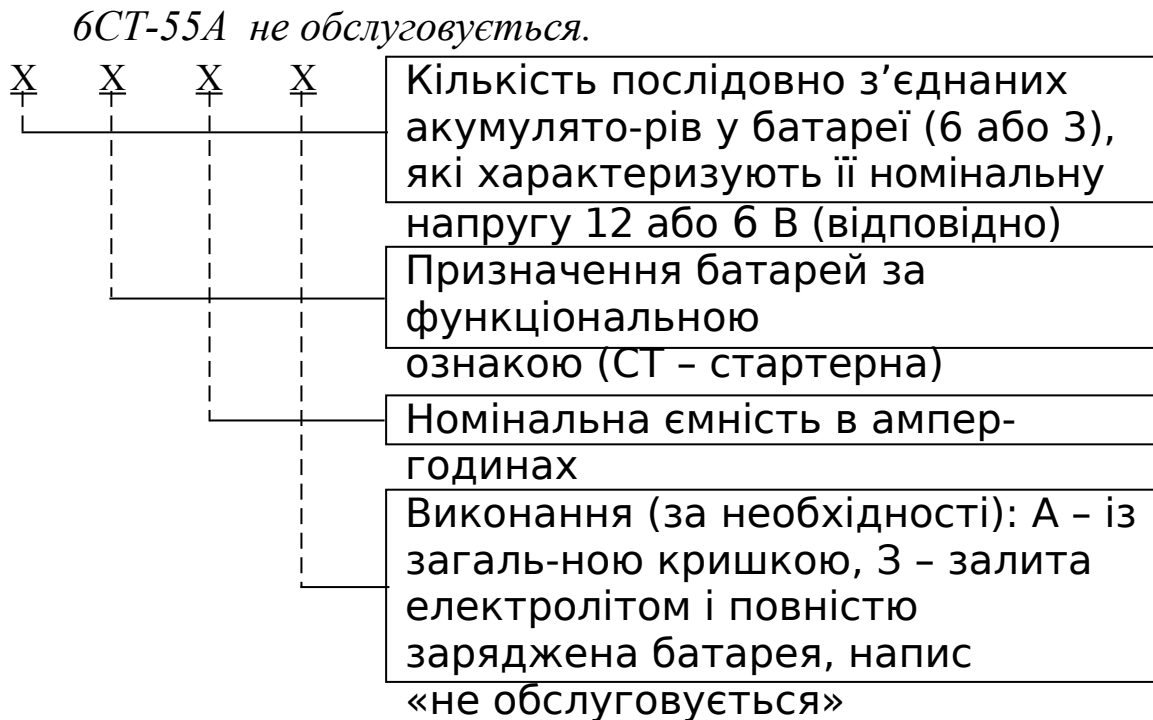


Рис. 3.10. Схема умовного позначення типу свинцевої стартерної акумуляторної батареї

Батарея (рис. 3.11) складається з послідовно з'єднаних елементів напругою по 2 В, розташованих в окремих відсіках корпусу. Кожний елемент містить набір позитивних 9 і негативних 10 пластин, розділених мікропористими сепараторами 8 із полівінілхлориду. Акумуляторні пластини є прямокутними решітками зі сплаву свинцю та сурми (сурма вводиться для механічної міцності пластин і не бере участь у хімічному процесі). Чарунки пластин заповнюються активною масою, що складається зі свинцевого сурику і свинцевого глету (технічного оксиду свинцю), змішаних з водним розчином сірчаної кислоти.

Пластини однакової полярності складені в напівблоки шляхом припаювання їх до баретки (свинцевої пластини) 8, яка має вивід 5 у вигляді штиря для приєднання проводу. Для кращого використання активної маси позитивні пластини

розташовані в блоці між негативними. З цієї причини позитивних пластин у блоці завжди на одну менше. Елементи батареї з'єднані між собою свинцевими містками 4.

Електролітом у батареї служить розчин акумуляторної сірчаної кислоти в дистильованій воді. Технічну кислоту застосовувати не можна через наявність у ній домішок заліза, міді, хлору, які руйнують пластини та знижують ємність батареї. Не можна застосовувати недистильовану воду.

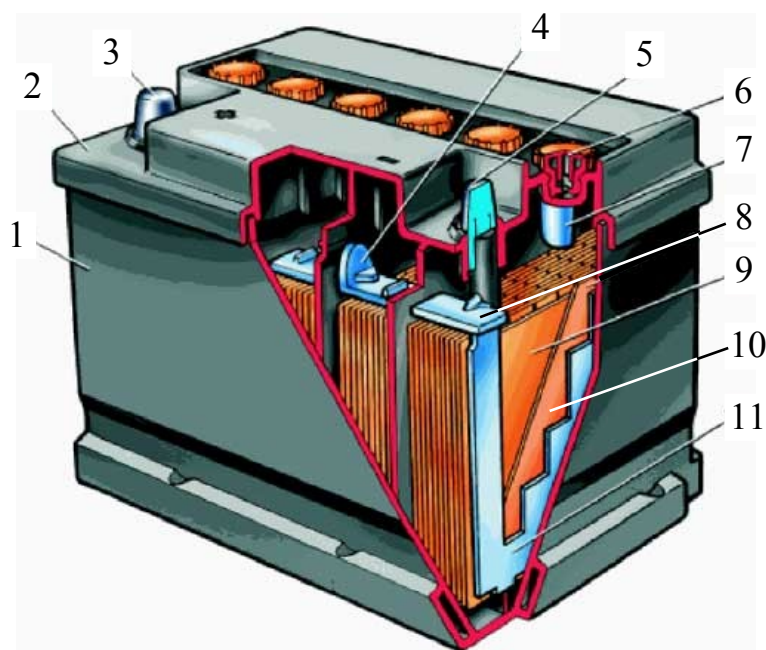


Рис. 3.11. Свинцева стартерна акумуляторна батарея:
1 – корпус; 2 – кришка; 3 – позитивний вивід;
4 – міжелементне з'єднання; 5 – негативний вивід;
6 – пробка заливної горловини; 7 – заливна горловина;
8 – баретка; 9 – позитивна пластина;
10 – сепаратор; 11 – негативна пластина

Принцип дії електричного акумулятора полягає в такому. Під час заряджання акумулятора постійний струм від позитивного контакту зарядного генератора йде до позитивних пластин, потім – через електроліт до негативних пластин. Під дією струму в акумуляторі відбувається хімічна реакція, у результаті якої сульфат свинцю (сірчаноокислий свинець) в активній масі позитивних пластин перетворюється на перекис свинцю, у негативних пластин – у губчастий свинець. На

негативних пластинах сірчаноокислий свинець відновлюється в чистий свинець. При цьому в електроліт виділяється сірчана кислота і його густина збільшується. Таким чином, у результаті проходження електричного струму в акумуляторі відбувається оборотна хімічна реакція і на контактах акумулятора створюється різниця потенціалів.

З підключенням споживача до контактів акумулятора електричний струм почне проходити у зворотному напрямку і відбуватиметься зворотна хімічна реакція зі зниженням потенціалів на пластинах, сірчана кислота взаємодіє з активною масою пластин і перетворює її в сульфат свинцю, тобто перекис свинцю на позитивних пластинах і губчастий свинець на негативних почнуть знову переходити в сірчаноокислий свинець. При цьому кількість кислоти в електроліті зменшується, а його густина знижується. Тому, контролюючи густина електроліту, можна судити про ступінь заряду батареї в цілому. Слід також пам'ятати, що температура замерзання електроліту значною мірою залежить від його густини (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Зв'язок між параметрами акумуляторної батареї

Густина електроліту, г/см ³ (при +15 °С)	Напруга, В (навантаження відсутнє)	Напруга, В (навантаження 100 А)	Ступінь заряду батареї, %	Температура замерзання електроліту, °С
1,11	11,7	8,4	0	мінус 7
1,12	11,76	8,54	6	мінус 8
1,13	11,82	8,68	12,6	мінус 9
1,14	11,88	8,84	19	мінус 11
1,15	11,94	9	25	мінус 13
1,16	12	9,14	31	мінус 14
1,17	12,06	9,3	37,5	мінус 16
1,18	12,12	9,46	44	мінус 18
1,19	12,18	9,6	50	мінус 24
1,2	12,24	9,74	56	мінус 27
1,21	12,3	9,9	62,5	мінус 32
1,22	12,36	10,06	69	мінус 37

1,23	12,42	10,2	75	мінус 42
1,24	12,48	10,34	81	мінус 46
1,25	12,54	10,5	87,5	мінус 50
1,26	12,6	10,66	94	мінус 55
1,27	12,66	10,8	100	мінус 60

Можна сказати, що в процесі цієї реакції акумулятор повертає струм, витрачений під час його заряджання.

Процес заряджання є обмеженим. Коли весь сірчаноокислий свинець переходить у перекис свинцю і в губчастий свинець, ця реакція припиняється. Подальша подача струму викликає розкладання води електроліту на кисень і водень, які виділяються у вигляді бульбашок. Це створює враження кипіння рідини. «Кипіння» електроліту свідчить про завершення заряджання акумулятора. Повністю заряджений елемент має на своїх контактах напругу від 2 до 2,3 В незалежно від розмірів пластин.

Під час розряджання батареї напруга на контактах елемента поступово знижується і розряджати його нижче 1,7 В не рекомендується.

Під час обслуговування акумуляторної батареї належить контролювати рівень і густину електроліту в усіх відсіках. При зниженому рівні електроліту треба доливати дистильовану воду або електроліт у разі його витоку. Густина електроліту вимірюється спеціальним приладом – ареометром.

Крани на залізничному ходу зазвичай оснащуються двома акумуляторними батареями напругою 12 В кожна, з'єднаними послідовно для отримання напруги 24 В. Вони встановлюються на поворотній платформі в машинному відділенні (дивись рис. 4.23). Ємність батареї залежить від потужності дизельного двигуна. Наприклад, на крані КЖ-561, який оснащений дизельним двигуном ЯМЗ-238 потужністю 243 кВт, рекомендована номінальна ємність батареї складає 190 А·год.

3.5. Електромагнітні муфти

Для регулювання частоти обертання, обертового моменту, для з'єднання і роз'єднання ведучого і веденого валів застосовуються електричні апарати у вигляді муфт із

електричним керуванням. Ці муфти можна поділити на індукційні та електромагнітні.

Електромагнітна дискова муфта зчеплення (рис. 3.12) містить ярмо 1 з котушкою 2 і контактним кільцем 17 (один кінець котушки на корпусі). На ярмі встановлений внутрішній дисковий пакет 14 на шліцах. Зовнішній дисковий пакет 15 після

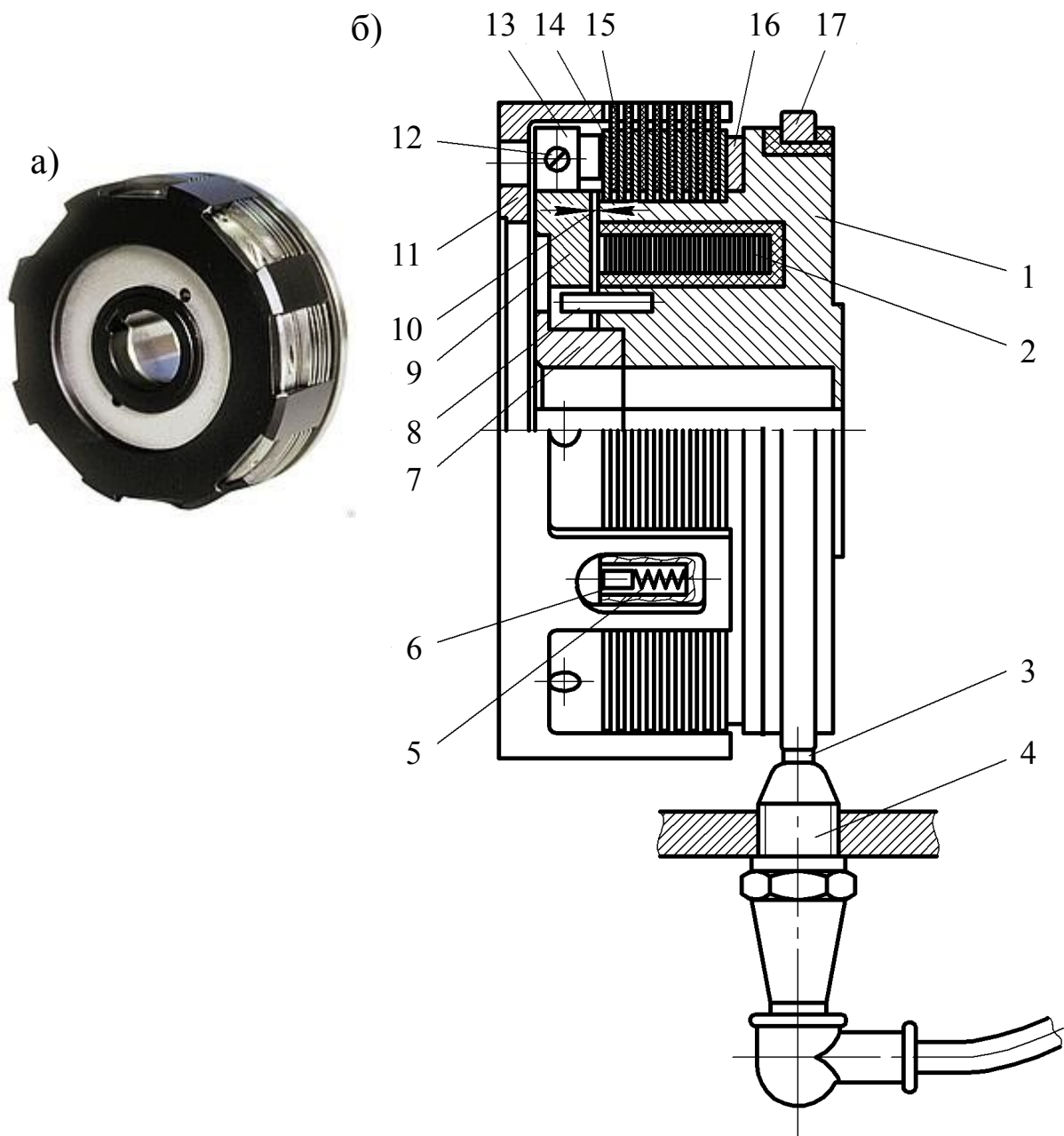


Рис. 3.12. Електромагнітна дискова муфта зчеплення:
 а – загальний вигляд; б – конструкція; 1 – ярмо; 2 – котушка;
 3, 4 – струмопідводи; 5 – зворотна пружина; 6 – штовхач;
 7 – втулка; 8 – запобіжний палець; 9 – анкерна шайба;
 10 – установлювальний проміжок (від 0,15 до 0,5 мм);
 11 – зовнішній корпус; 12 – стопорний гвинт; 13 – різьбове
 установлювальне кільце; 14 – внутрішній дисковий пакет;
 15 – зовнішній дисковий пакет; 16 – дистанційна шайба;
 17 – контактне кільце

подачі на котушку 2 постійного струму притягується анкерною шайбою 9, встановленою на втулці 7. Зовнішній пакет 15 має пази, у які входять повідкові перемички зовнішнього корпусу 11. Магнітний потік замикається по ярму 1 і анкерній шайбі 9 (через диски не проходить), що дає можливість стискати диски і передавати обертальний момент від ведучого вала.

Зі зняттям напруги з котушки анкерна шайба 9 відводиться штовхачами 6 зі зворотними пружинами 5.

Основні *переваги* електромагнітних муфт зчеплення: зручність у дистанційному та автоматичному керуванні; висока швидкодія; відсутність неурівноважених сил; відсутність ущільнень і, отже, висока надійність.

До *недоліків* належать великі габарити при однаковому передаваному моменту порівняно з гідрокерованими муфтами; високі вимоги до точності виготовлення і монтажу; чутливість до забруднення і коливань напруги; високе тепловиділення і небезпека перегрівання муфти при тривалому вмиканні; необхідність у тривалій паузі між вмиканнями (до 5 хв) для охолодження муфти. Ці недоліки спричиняють те, що виробники пропонують вибирати типорозмір муфти з запасом передаваного моменту відносно заданого. Відповідно це призводить до зростання габаритів муфти, а отже, і її ціни.

Електромагнітні муфти зчеплення застосовуються зокрема на кранах типу ЕДК: у механізмі пересування (дивись рис. 5.35, а, позиція 5) і повороту (дивись рис. 5.34, г, позиція 4; 5.36, г, позиція 2; 5.37, в, позиція 12).

Індукційна муфта, або муфта ковзання (рис. 3.13), за принципом дії аналогічна асинхронному електродвигуну з короткозамкненим ротором. Муфта містить суцільний якір 1 та індуктор 2 з котушками збудження 3. Якір з'єднується з ведучим валом, а індуктор – з веденим. На котушку збудження 3 подається постійний струм через струмопідводи 4, що створює постійний магнітний потік 5, який замикається по якорю 1.

Коли якір обертається, магнітне поле котушки індуктора перетинає циліндричне тіло якоря, наводячи в ньому вихрові струми. Взаємодія цих струмів з магнітним полем котушки створює обертальний момент, внаслідок чого ведуча частина муфти тягне за собою ведену.

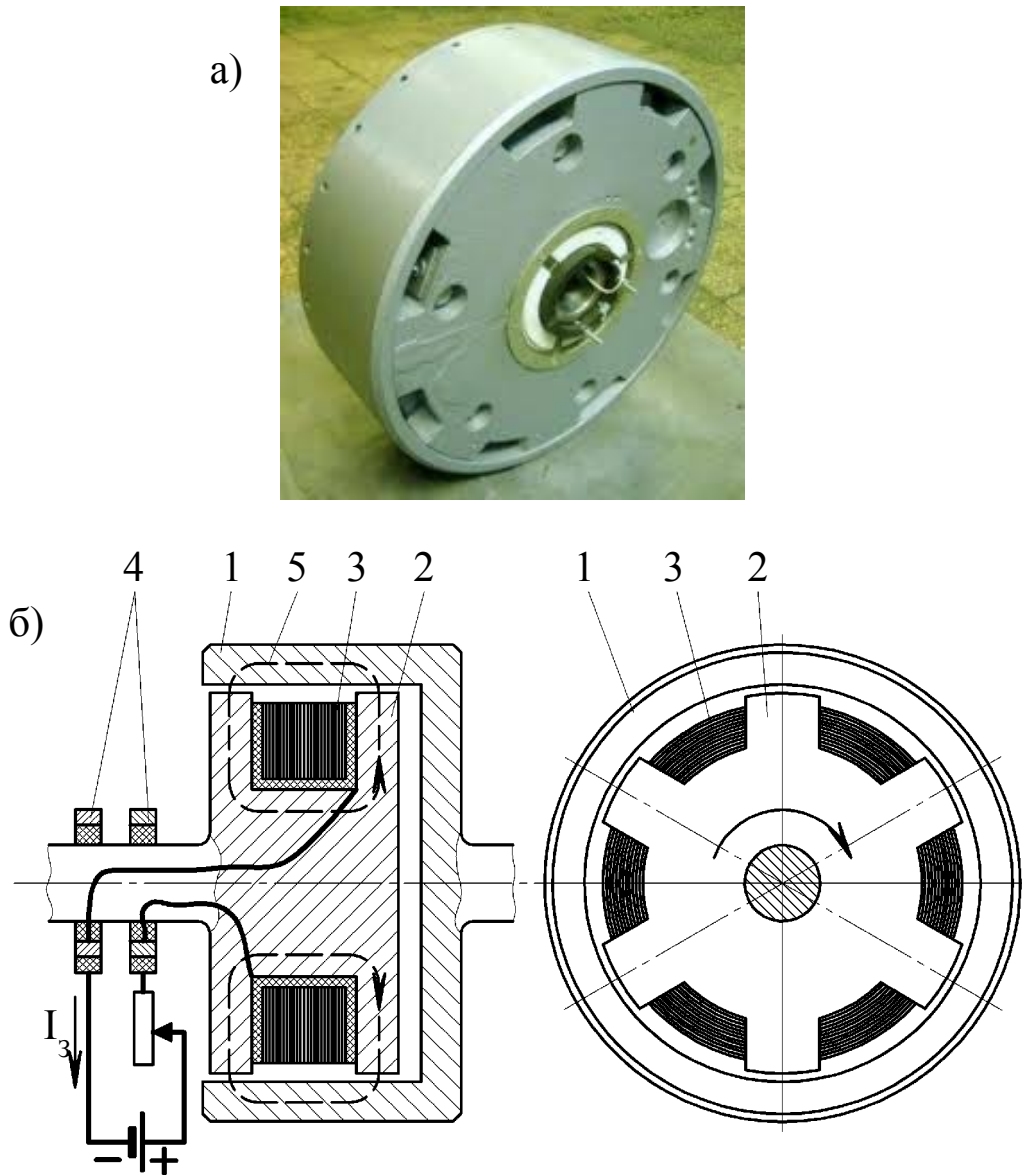


Рис. 3.13. Індукційна муфта:
 а – загальний вигляд; б – конструкція;
 1 – якорь; 2 – індуктор; 3 – котушка збудження;
 4 – струмопідводи; 5 – магнітний потік

Матеріал якоря повинен мати малий питомий електричний опір, щоб забезпечувати виникнення достатньо великих вихрових струмів, а також високу магнітну проникність для отримання якомога більших значень магнітного потоку.

Регулюючи струм збудження I_3 і тим самим змінюючи магнітне поле, можна плавно регулювати в широких межах частоту обертання та обертальний момент, що передається веденому валу.

На рис. 3.14 наведені механічні характеристики індукційної муфти – залежність частоти обертання n веденого вала від моменту M , що передається муфтою, при різних значеннях струму збудження I_3 . Числові значення параметрів подані у відносних одиницях:

- частота обертання веденого вала

$$n^* = \frac{n}{n_0}, \quad (3.7)$$

де n_0 – частота обертання веденого вала за відсутності на ньому навантаження, об/хв;

- момент, що передається муфтою, Н·м,

$$M^* = \frac{M}{M_{\text{ном}}}, \quad (3.8)$$

де $M_{\text{ном}}$ – номінальний момент муфти, Н·м;

- сила струму збудження

$$I_3^* = \frac{I_3}{I_{3,\text{ном}}}, \quad (3.9)$$

де $I_{3,\text{ном}}$ – сила струму збудження, що відповідає номінальному моменту муфти, А.

Зі збільшенням моменту навантаження кутова частота обертання веденого вала зменшується. При цьому зростають ковзання і струми, що наводяться в якорі муфти. Збільшення струмів у якорі збільшує момент, що передає на ведений вал.

Механічні характеристики індукційної муфти істотно залежать від навантаження. Тому для стабілізації швидкості застосовуються спеціальні регулювальні пристрої.

Індукційні муфти у складі приводів виконують дві основні функції:

- 1) з'єднання або роз'єднання двигуна і виконавчої машини;
- 2) регулювання частоти обертання вала виконавчого механізму незалежно від частоти обертання двигуна.

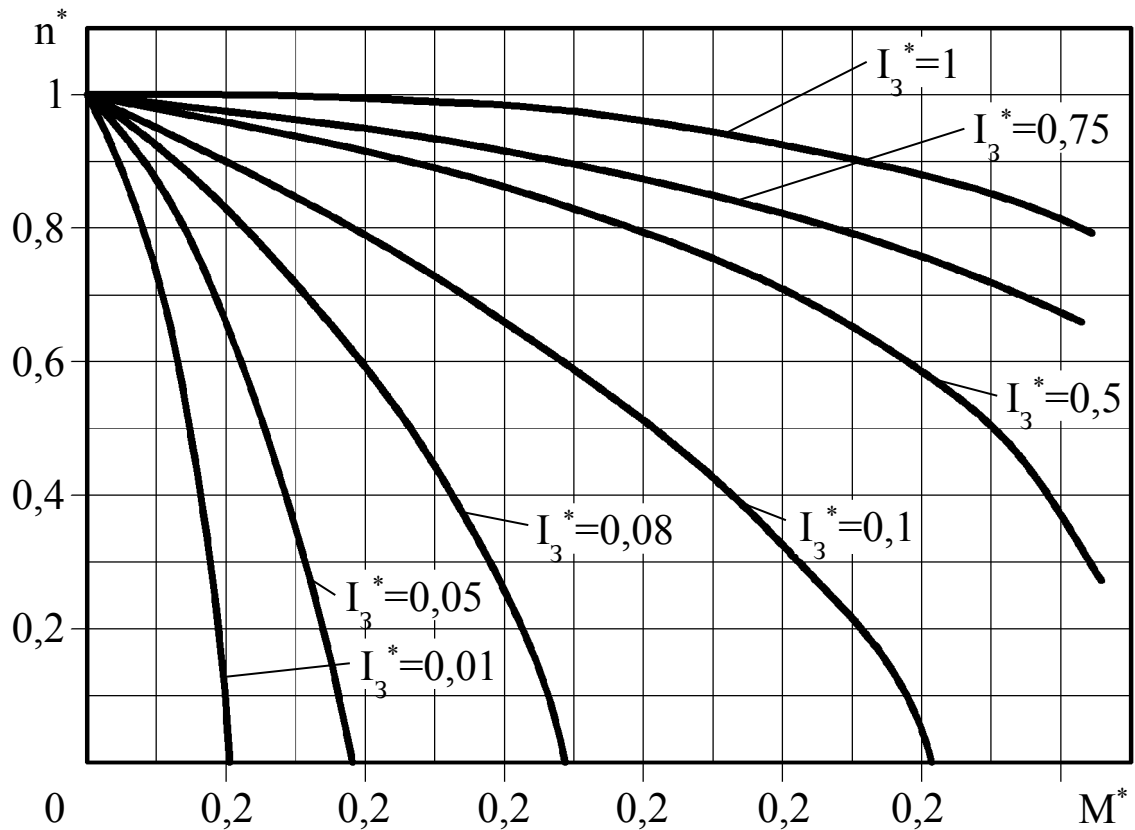


Рис. 3.14. Механічні характеристики індукційної муфти при різних струмах збудження

Порівняно з іншими типами електромагнітних муфт ці муфти мають такі *переваги*:

- 1) можливість безступінчастого регулювання швидкості обертання веденого вала при постійній швидкості ведучого;
- 2) підвищена надійність і довговічність завдяки відсутності фрикційних елементів.

Крім того, індукційним муфтам притаманні запобіжні властивості, які обумовлені обмеженістю величини моменту, що передається; вони також можуть згладжувати удари і коливання навантаження.

До *недоліків* цих муфт належать:

- 1) відносно низький питомий крутний момент, тобто момент, що припадає на одиницю об'єму або маси муфти;
- 2) відносно низька швидкодія, що пов'язано з підвищеними значеннями електромеханічної та електромагнітної постійних часу порівняно з іншими типами електромагнітних муфт.

Застосування індукційних муфт доцільне в приводах, у яких робота муфти з великим ковзанням відбувається протягом коротких проміжків часу; загальний ККД привода в цьому випадку є досить високим. Раціональною сферою застосування цих муфт є механізми з моментом навантаження, що пропорційний квадрату швидкості обертання.

Індукційні муфти застосовуються, зокрема, у механізмах пересування кранів типу ЕДК (дивись рис. 5.23, позиція 9, а також позиція 2 на рис. 5.34, –5.37, а). Цими муфтами регулюється швидкість пересування кранів самоходом. Вони дозволяють керувати механізмом без зупинки ведучого вала.

3.6. Пускорегулювальна електроапаратура

Для здійснення робочих процесів в електроприводах, таких як увімкнення, вимкнення, зміна швидкості та напрямку руху, застосовують низку апаратів і вимірювальних приладів, за допомогою яких керують усіма операціями електропривода і контролюють його роботу.

Керування електроприводом може бути неавтоматичним або автоматичним. У першому випадку всі операції щодо керування приводом здійснюються вручну, а в другому – необхідні перемикання виконуються після пуску без втручання персоналу.

Зважаючи на специфічність і різноманітність виконуваних операцій, на кранах зазвичай застосовують неавтоматичне керування електроприводом. Проте і при неавтоматичному керуванні використовують апаратуру автоматичної дії, особливо запобіжну і захисну.

Прикладами неавтоматичних апаратів є рубильники, вимикачі, контролери та реостати, а автоматичних – контактори (дистанційні вимикачі), реле, командоапарати (кнопки, за допомогою яких персонал впливає на вмикальні апарати).

Найбільш простим неавтоматичним вмикальним апаратом є *рубильник* (рис. 3.15).

Рубильник може мати один, два або три ножі, виготовлені з мідних пластинок і з'єднані між собою ізолювальною траверсою з важільною системою. Нижні кінці ножів шарнірно укріплені в стійках, що мають контакти, які підводять струм. З поворотом

важеля коло замикається за рахунок того, що ножі заходять у верхні пружинисті стійки, які також мають контакти.



Рис. 3.15. Рубильник

Для комутації *силових кіл* без зняття напруги застосовуються *контактори* – апарати дистанційного керування, призначені для вмикання і вимикання електричного струму (рис. 3.16, а). Контакти в цих апаратах замикаються силою електромагнітного поля, яке виникає з подачею струму на втягувальну котушку, коло якої замикається (розмикається) за допомогою кнопки, командоконтролера або реле. Щоб звести до мінімуму ушкодження контактів, застосовується дугогасіння (переважно електромагнітне). Таким чином контактор виконує ті самі функції, що і рубильник, але за допомогою електромагнітного привода. У колах змінного струму найбільш поширеними є дво-, три- і чотирьополюсні контактори. Умови роботи контакторів на кранах належать до найбільш важкої категорії – зміна навантажень, часті вмикання і вимикання, реверс.

Магнітні пускачі (рис. 3.16, б) фактично є модифікованими контакторами. Ці пристрої також застосовуються для ввімкнення (вимкнення) електричних силових кіл.

Загальним між контактором і магнітним пускачем є те, що вони призначені для пуску, реверсування струмом і зупинки асинхронних електродвигунів, а також уведення або виведення

ступенів опору, якщо пуск (зупинка) здійснюється за реостатним принципом. Однак вони значно відрізняються за габаритними розмірами і масою. Наприклад, контактор КТ 6013Б з номінальною силою струму головного кола 100 А має габаритні розміри 380×176×196 мм і масу 6,5 кг (рис. 3.16, а), а пускач ПМЛ-5160 ДМ, також розрахований на 100 А, має розміри 125×85×123 і масу 1,44 кг (рис. 3.16, б).

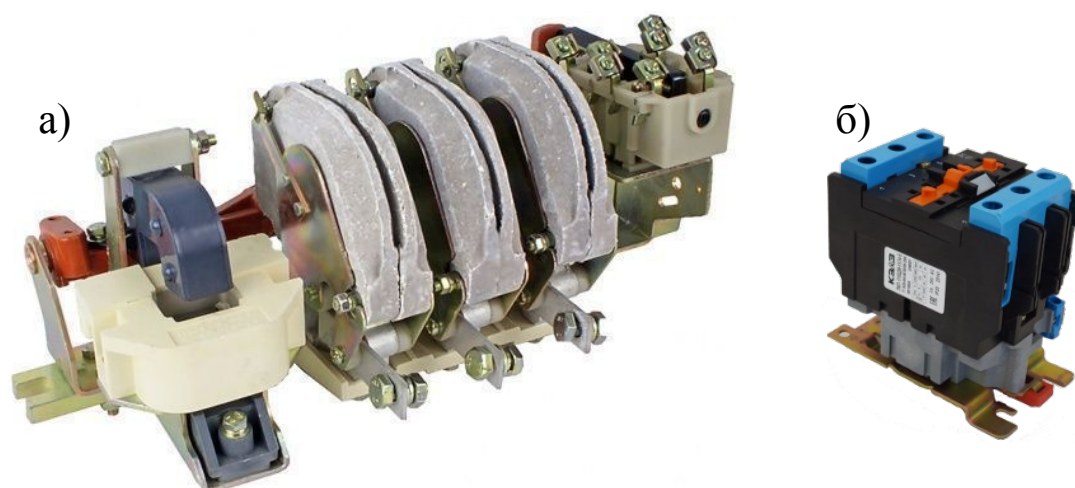


Рис. 3.16. Комутаційні пристрої:
а – триполюсний контактор КТ 6013Б (100 А);
б – магнітний пускач ПМЛ-5160 ДМ (100 А)

Контактори мають масивні силові контакти з дугогасними камерами, не закриваються кожухами та монтується на спеціальних щитах. Що стосується пускача, то його силові контакти завжди знаходяться під захистом пластикового корпусу. Великих дугогасних камер у них нема, тому їх не рекомендують використовувати в потужних колах, де потрібна часта комутація.

Таким чином, контактори, конструкція яких постійно модифікується, можуть застосовуватись практично в будь-якому випадку для комутації електричних кіл. Тому контактори в наш час витісняють пускачі та успішно виконують їхні функції.

Для регулювання струму в електричному колі, головним чином у момент пуску і зупинки двигунів, застосовують різного роду *реостати (змінні резистори)*, за допомогою яких у коло вводять додаткові опори. У приводах кранів найбільшого

поширення набули пускорегулювальні фехральові резистори, які об'єднуються в магазини (рис. 3.17).



Рис. 3.17. Магазин резисторів для кранового електродвигуна з фазним ротором

Примітка. *Фехраль* – спеціальний сплав з високим питомим опором.

Пускорегулювальні резистори зазвичай вмикаються контролерами, частинами або повністю, залежно від величини необхідного опору.

Контролер – багатоступеневий апарат керування з ручним приводом, рухомі контакти якого перемикаються в певному порядку з поворотом приводного вала.

Залежно від призначення контролери поділяються на два види: силові (частіше – просто «контролер») і командоконтролери.

Силовими називають контролери, призначені для комутації силових кіл, у яких сила струму може сягати 60 А. Такі контролери застосовують у приводах кранів порівняно малої потужності (до 12 кВт).

Командоконтролери призначені для комутації кіл керування. Сила струму в таких колах складає від десятої частки до одиниць ампер. На кранах широко використовуються кулачкові командоконтролери (рис. 3.18).

Реле (від франц. «релайс» – заміняти) – електричний автоматичний пристрій, який під керувальним впливом (електричним, магнітним, механічним, тепловим та ін.) стрибкоподібно змінює свій стан – замикає або розмикає контакти.

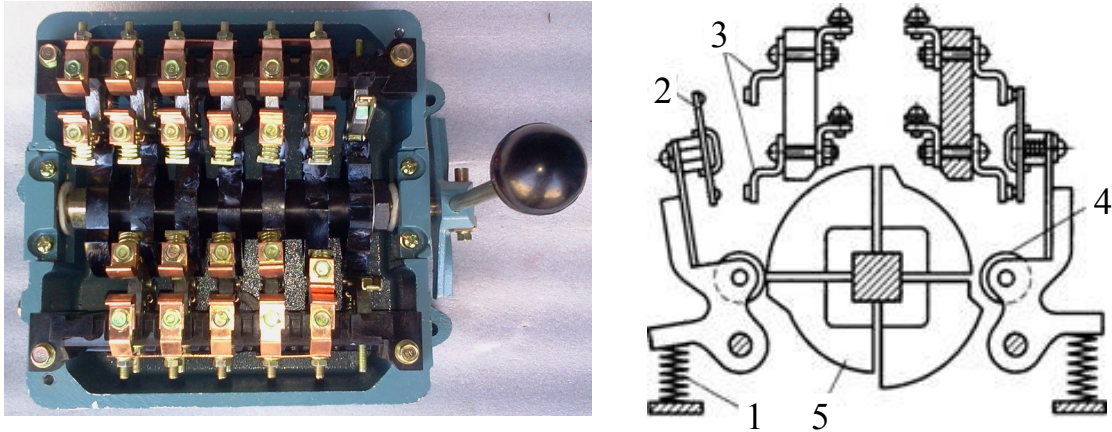


Рис. 3.18. Командоконтролер серії ККТ-60А:
 1 – пружина; 2 – містковий контакт; 3 – нерухомі контакти;
 4 – важіль; 5 – кулачки

За родом керувального впливу розрізняють реле струму, температури, часу, напруги, швидкості та ін.

За принципом дії розрізняють електромагнітні, теплові, індукційні та інші реле, а за призначенням – реле керування роботою електроприводів механізмів і захисту їх від перевантаження.

Електричні реле (рис. 3.19, а) призначені для вмикання або вимикання електричних кіл, розмноження контактів, пам'яті, блокування, а також і для розв'язання низки інших задач.

Умови функціонування контактів реле залежать від поточної напруги в мережі, потужності і характеру навантажень і частоти комутації.

Теплові реле (рис. 3.19, б) застосовують для захисту електродвигунів від перегрівання (дивись рис. 3.25).

Реле часу (рис. 3.19, в) на кранах використовують для забезпечення правильної роботи автоматичних схем і спрацьовування апаратів керування в потрібній послідовності та з дотриманням необхідних інтервалів часу.

Реле контролю активної потужності (рис. 3.19, г) дозволяють оптимізувати, відстежувати і попереджати збої в роботі електродвигунів та обмежувати вантажопідйомність обладнання крана. Контроль потужності двигуна в процесі його роботи дозволяє зробити низку корисних висновків про його стан, а також про стан усього механізму установки в цілому. Використання таких реле дозволяє скоротити кількість давачів, спростити монтаж обладнання, підвищити надійність роботи крана, отримати попередження про можливі збої.

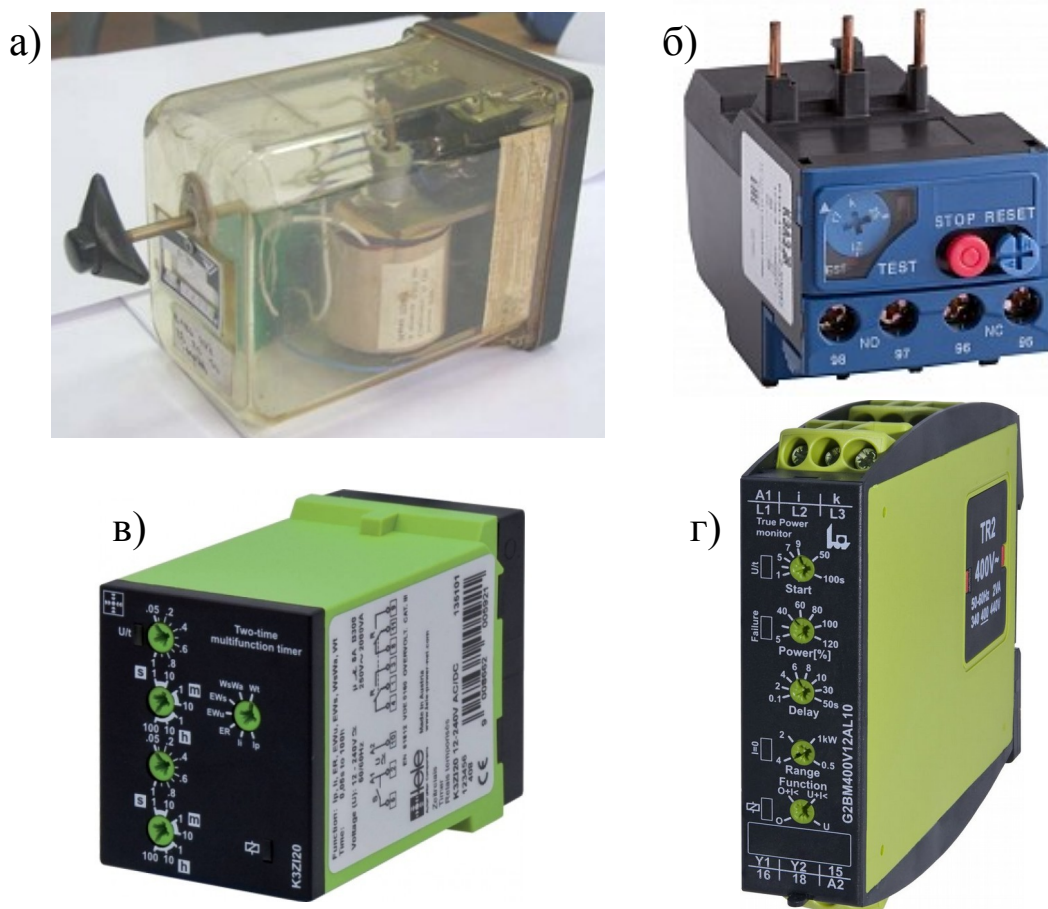


Рис. 3.19. Загальний вигляд реле:
 а – електричного; б – теплового; в – часу;
 г – контролю потужності

Нині замість реле з аналоговим керуванням переважно застосовують електронні реле, які керуються мікропроцесорами.

На кранах у колах керування електроустановками застосовуються вимикачі і перемикачі, переважно пакетного типу.

Пакетний перемикач або вимикач (рис. 3.20) складається з пакетів ізоляційних дисків 6, змонтованих на ізольованому від струмоведучих частин валу 3. На дисках укріплені рухомі пружні контакти 4, які обтискають нерухомі контакти 5, встановлені в корпусі пакетного перемикача. З поворотом рукоятки, закріпленої на валу 1, повертаються рухомі контакти, які електрично з'єднуються або роз'єднуються з нерухомими контактами. Достатньо висока швидкість переміщення рухомих контактів забезпечується пружинами 2.

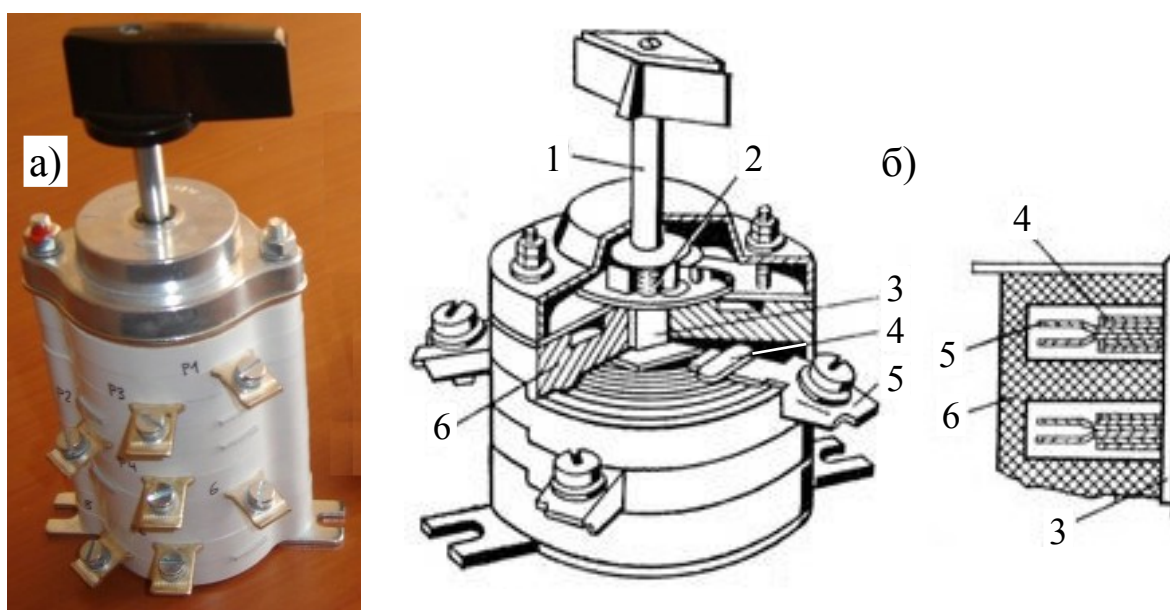


Рис. 3.20. Пакетний перемикач:
 а – загальний вигляд; б – будова; 1 – вал; 2 – пружина; 3 – вал;
 4 – рухомі контакти; 5 – нерухомі контакти; 6 – ізоляційний диск

3.7. Кільцеві струмоприймачі

Для передачі електроенергії з поворотної частини КЗХ, де встановлена дизель-генераторна установка, на ходову частину, де змонтовані механізми пересування крана, застосовуються типові або спеціальні кільцеві струмоприймачі.

Типовий *кільцевий струмоприймач* (рис. 3.21) має корпус 1, на якому закріплені струмознімальні щітки у тримачах 2. У середині корпусу розташована батарея бронзових ізольованих

одне від одного кілець 3. Струмознімальні щітки притиснуті до поверхонь кілець. Корпус зі щітками закріплений на ходовій частині крана, а батарея кілець – на поворотній. Під час повороту щітки ковзають по поверхнях кілець, електричний контакт не порушується, і струм з однієї частини крана передається на іншу.

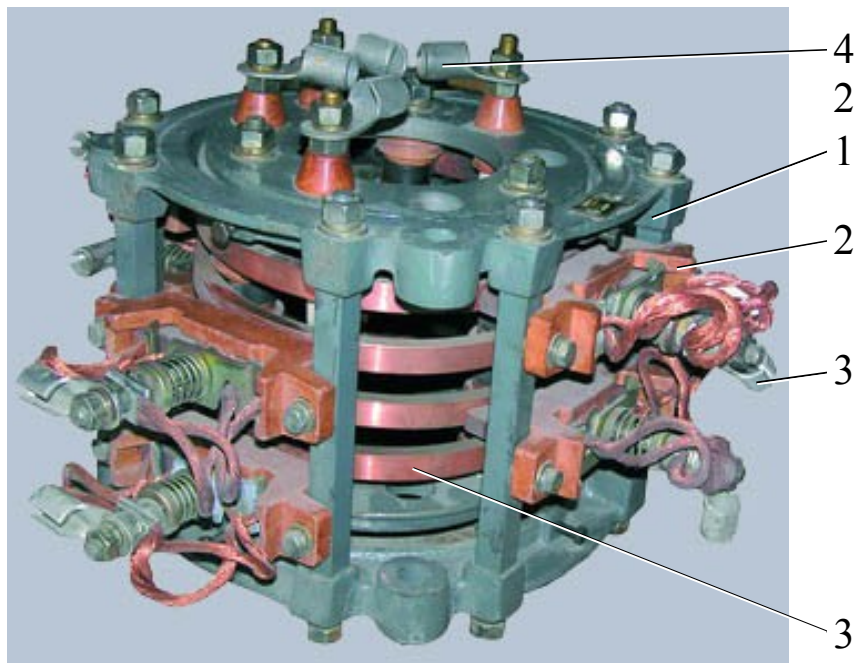


Рис. 3.21. Кільцевий струмоприймач серії К-3000:
1 – корпус; 2 – щіткотримач; 3 – клема кабелю ходової частини крана; 3 – клема кабелю поворотної частини крана

3.8. Вимірювальні прилади

Для контролю параметрів електричних кіл кранів застосовуються такі прилади, розташовані на панелі керування (рис. 3.22):

- *амперметр*, який підключається через вимірювальний трансформатор струму (рис. 3.22, а);

- *вольтметр*, який підключається з додатковим опором (рис. 3.22, б);

- *частотомір* (рис. 3.22, в);

- *індикатор заряду* акумуляторної батареї (рис. 3.22, г).

На сучасних кранах використовуються цифрові прилади (рис. 3.22, д, е).

Окрім вимірювальних приладів, на панелі управління розміщуються різнокольорові індикаторні лампи, які сигналізують про стан того чи іншого механізму.



Рис. 3.22. Вимірювальні прилади:
 а – амперметр; б – вольтметр; в – частотомір; г – індикатор заряду акумуляторної батареї; д – цифровий вольтамперметр; е – цифровий частотомір

На кранах типу ЕДК для забезпечення можливості контролю кута нахилу стріли з кабіни крана використовуються сельсин-давачі (рис. 3.23) вильоту стріли. Ротор сельсин-давача (передавача) має механічний зв'язок з маятником і з підйоманням стріли обертається на той самий кут, на який повернута стріла. Електричний сигнал від сельсин-давача передається на сельсин-приймач, яким є індикатор у кабіні.

Сельсин – особливий вид електричних машин змінного струму потужністю від декількох ватів до кількох сотень ватів (менше кіловата). Служить сельсин для дистанційної передачі

механічного кута повороту електричним шляхом між пристроями, що не мають між собою механічного зв'язку. Сельсин має статор і ротор, на яких розташовані обмотки змінного струму. Сельсин-передавачі працюють аналогічно до звичайних механічних передавачів, але в них крутний момент між валами створюється за допомогою магнітного потоку.

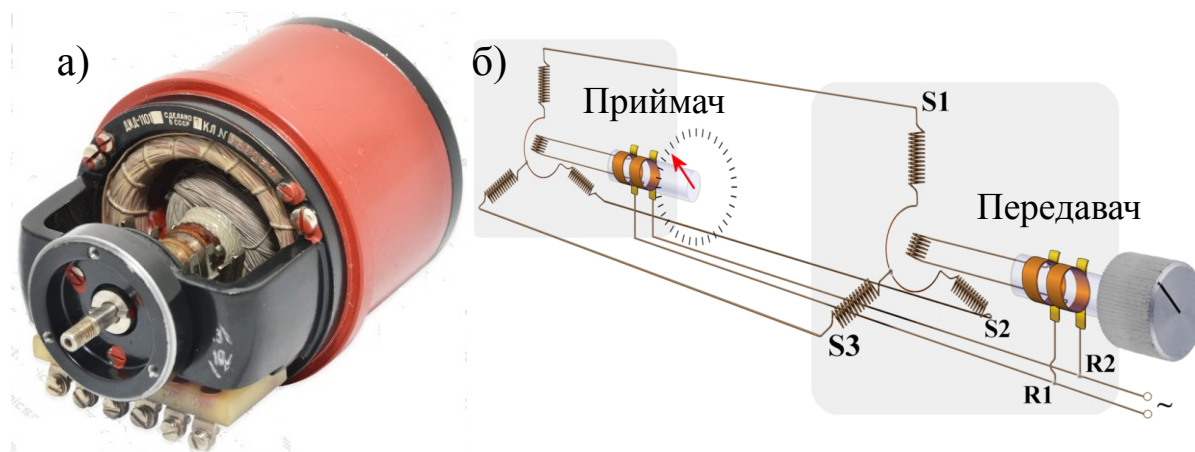


Рис. 3.23. Сельсин:

а – зовнішній вигляд передавача; б – принцип передачі кута повороту вала сельсин-передавача на сельсин-приймач

3.9. Пристрої електричного захисту

Для запобігання аварійним режимам роботи крана, перевантаженню електричних кіл і виключення таких випадків з вини персоналу більшість кіл крана оснащені відмикальними захисними пристроями. Наприклад, висота підймання і кут нахилу стріли автоматично обмежуються шляхом використання механічних *кінцевих вимикачів*.

Важільні (рис. 3.24, а, б) або *кнопочі* кінцеві вимикачі (рис. 3.24, в, г) зазвичай застосовують для обмеження ходу в один бік. Коли упор керованого механізму повертає важіль або натискає кнопку вимикача, останній спрацьовує і відключає електродвигун механізму та одночасно замикає гальмо. Електрична схема дозволяє запускати механізм тільки у зворотному напрямку.

Кінцевими вимикачами можуть захищатися такі електричні кола крана:

- обмеження механізму підймання вантажу:
 - 1) висоти підймання;
 - 2) граничного змотування каната з барабана;
 - 3) вантажопідйомності крана (на підймання вантажу);
 - 4) вантажопідйомності крана (перехід з безаутригерного в аутригерний режим);
- обмеження механізму зміни вильоту стріли:
 - 1) кута нахилу стріли;
 - 2) граничного змотування каната з барабана;
 - 3) вантажопідйомності крана (на опускання стріли);
 - 4) вантажопідйомності крана (перехід з безаутригерного в аутригерний режим).

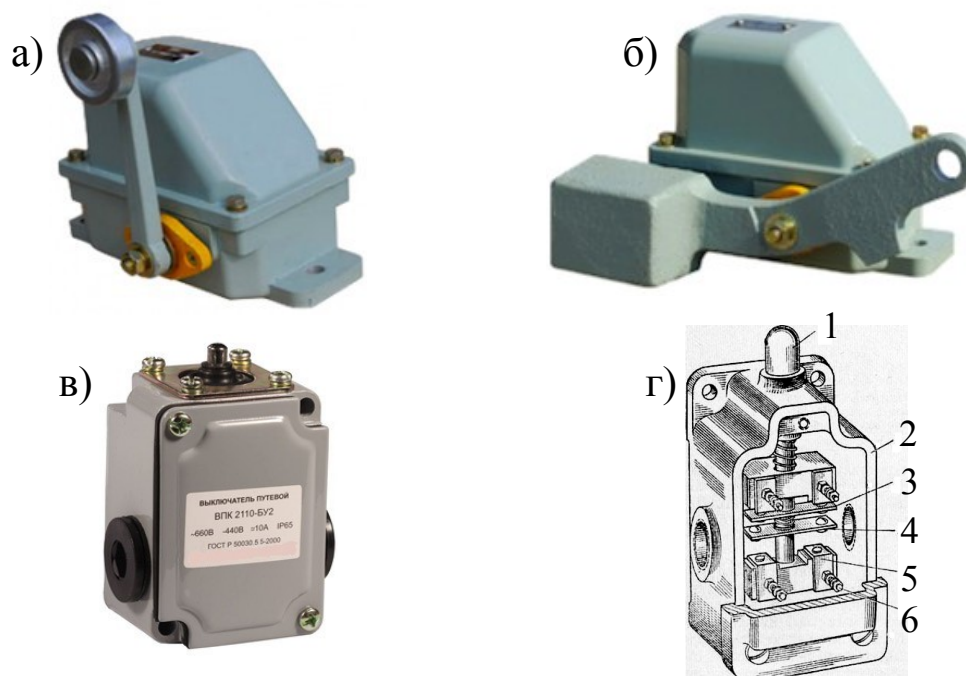


Рис. 3.24. Кінцеві вимикачі:

- а – важільний типу КУ-701; б – важільний типу КУ-703;
- в – кнопковий типу ВПК-2110; г – будова кнопкового вимикача;
- 1 – шток з контактними пластинами; 2 – корпус;
- 3, 4 – рухомі контакти; 5 – нерухомі контакти; 6 – затискачі

Обмеження вантажопідйомності регулюється з урахуванням двох режимів роботи крана: на виносних опорах (аутригерах) і без виносних опор (дивись п. 4.4.2). Перемикання здійснюється з поворотом виносних опор з транспортного положення в робоче.

При цьому в обмежувачі вантажопідйомності здійснюється перехід на вимикач, який відключає механізми при перевищенні навантажень. Механізм підймання вантажу вимикається на підйманні (при цьому є можливим опускання вантажу), а механізм зміни вильоту стріли – на опускання (при цьому є можливим підйманні стріли).

Для прикладу розглянемо *обмежувач висоти підйманні* (рис. 3.25, а).

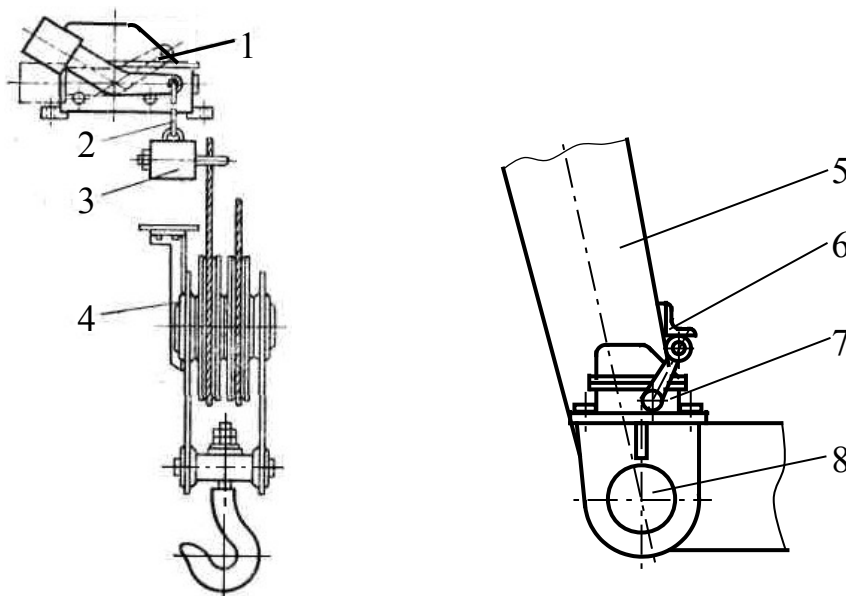


Рис. 3.25. Установлення обмежувачів:

а – підйманні вантажу; б – кута нахилу стріли;

- 1 – кінцевий вимикач типу КУ-703; 2 – канат кінцевого вимикача; 3 – спеціальний вантаж; 4 – упор на гаковій підвісці;
 5 – стріла; 6 – упор на стрілі; 7 – кінцевий вимикач типу КУ-701; 8 – п'ята кріплення стріли

Кінцевий вимикач 1 (рис. 3.25, а) типу КУ-703 (дивись рис. 3.24, б) має двоплечий важіль. Одне з плечей має противагу, достатню для повороту вала вимикача в бік розмикання контактів. До другого плеча важеля на канаті 2 підвішений спеціальний вантаж 3, який створює момент більший, ніж противага. Для запобігання розгойдуванню вантаж 3 має скобу, через яку проходить нерухомий кінець вантажного каната. З досягненням гаковою обоймою крайнього верхнього положення її упор 4 піднімає спеціальний вантаж 3, послабляючи канат 2.

Під дією противаги кінцевого вимикача 1 його контакти розмикаються, вимикаючи електродвигун механізму підймання та приводячи в дію гальмо.

В обмежувачі кута нахилу стріли (рис. 3.25, б) використовують кінцевий вимикач 7 типу КУ-701 (дивись рис. 3.24, а). З досягненням стрілою 5 крайнього верхнього положення упор 6, що встановлений на ній, повертає важіль кінцевого вимикача, вимикається електродвигун механізму зміни вильоту стріли та спрацьовує гальмо.

До пристроїв електрозахисту належать *теплові реле* (рис. 3.26).

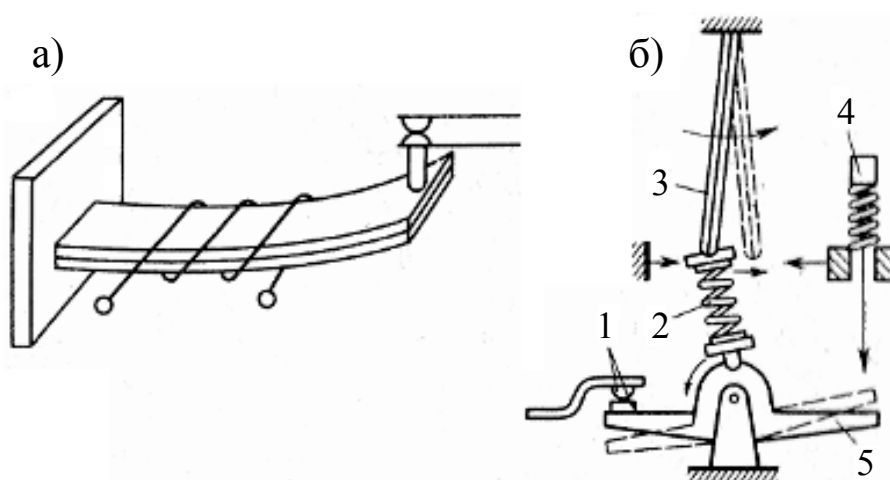


Рис. 3.26. Схема теплового реле захисту:

а – чутливий елемент; б – стрибковий контакт:

1 – контакти; 2 – пружина; 3 – біметалічна пластина;
4 – кнопка; 5 – місток

Основний робочий струм проходить через нагрівальний елемент, який нагріває біметалічну пластину, консольно закріплену на основі (рис. 3.26, а). Пластина складається з двох зварених між собою частин з різних металів, що мають різні коефіцієнти лінійного розширення. Через це з нагріванням пластина згинається і своїм вільним кінцем впливає на контактну систему теплового реле. Зовнішній вигляд теплового реле поданий на рис. 3.19, б.

У сучасних електричних схемах широко використовуються так звані захисні панелі. На них змонтовані комплекти пускорегулювальної апаратури: контактори, магнітні пускачі,

різного роду реле, що забезпечують нормальну роботу устаткування і автоматично реагують на усі ненормальності їхньої роботи.

Для захисту електрообладнання крана від короткого замикання або від підвищеної сили струму застосовуються *плавкі запобіжники* (рис 3.27).

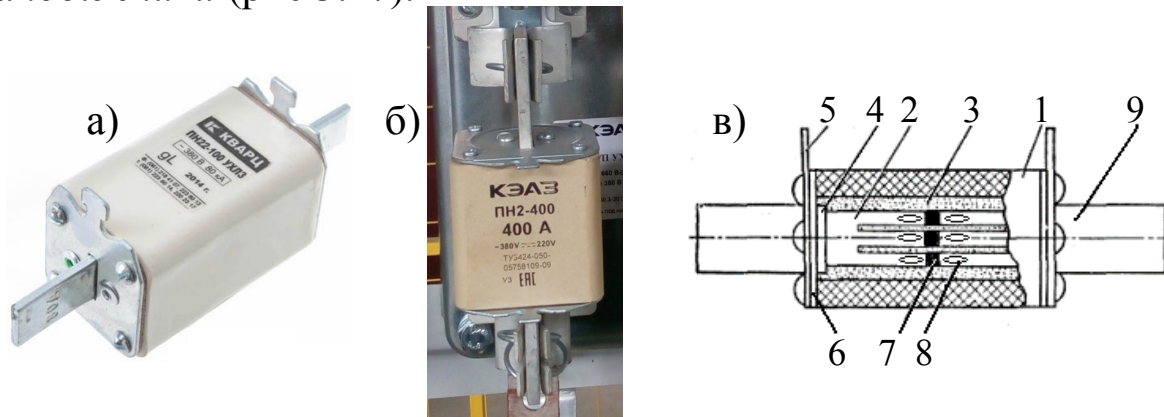


Рис. 3.27. Плавкий запобіжник ПН-2:

а – зовнішній вигляд; б – установлення в гніздах-губках;
в – схема будови

Корпус (патрон) 1 виготовляється з міцної порцеляни або стеатиту (рис. 3.27, в). Усередині корпусу розташовані стрічкові плавкі вставки 2 і наповнювач 3 (кварцовий пісок). Плавкі вставки приварюються до диска 4, що кріпиться до пластин 5, які з'єднані з ножовими контактами 9. Пластини 5 кріпляться до корпусу гвинтами.

Примітка. *Стеатит* – природний будівельний і декоративний матеріал, гірська порода, що містить тальк (від 40 до 50 %), магнезит (від 40 до 50 %) і хлорит (від 5 до 8 %). Камінь переважно сірого кольору.

Плавка вставка виготовляється з мідної стрічки товщиною від 0,1 до 0,2 мм. Для кращого використання наповнювача вставка розділена на три гілки, а для обмеження стуму має звужені перерізи 8. Для зниження температури плавлення на вставки наносяться олов'яні смужки 7 (металургійний ефект).

У випадку короткого замикання плавка вставка згоряє, дуга горить у каналі, утвореному зернами наповнювача. Горіння дуги у вузькій щілині забезпечує гасіння за декілька мілісекунд.

Після спрацювання запобіжника плавкі вставки разом з диском 4 замінюються, після чого патрон засипається піском. Для герметизації патрона під пластини 5 кладеться азбестова прокладка 6, що запобігає зволоженню піску. Запобіжники з номінальною силою струму 40 А і нижче мають простішу конструкцію. Запобіжники ПН-2 випускаються на номінальну силу струму до 630 А, а граничний струм короткого замикання сягає 50 кА.

Слід дотримуватись правила: перш, ніж міняти вставку (запобіжник), необхідно з'ясувати причину її спрацювання.

У силових електричних колах кранів використовуються автоматичні вимикачі з магнітним пристроєм, що автоматично спрацьовує, коли сила струму виходить за допустимі межі. Такі вимикачі поділяються на автомати максимального і мінімального струму.

Для прикладу розглянемо реле максимального струму РЗО-401 (рис. 3.28), призначене для захисту від перевантажень і струмів короткого замикання електродвигунів постійного струму і асинхронних електродвигунів з фазним ротором змінного струму з частотою мережі 50 Гц.

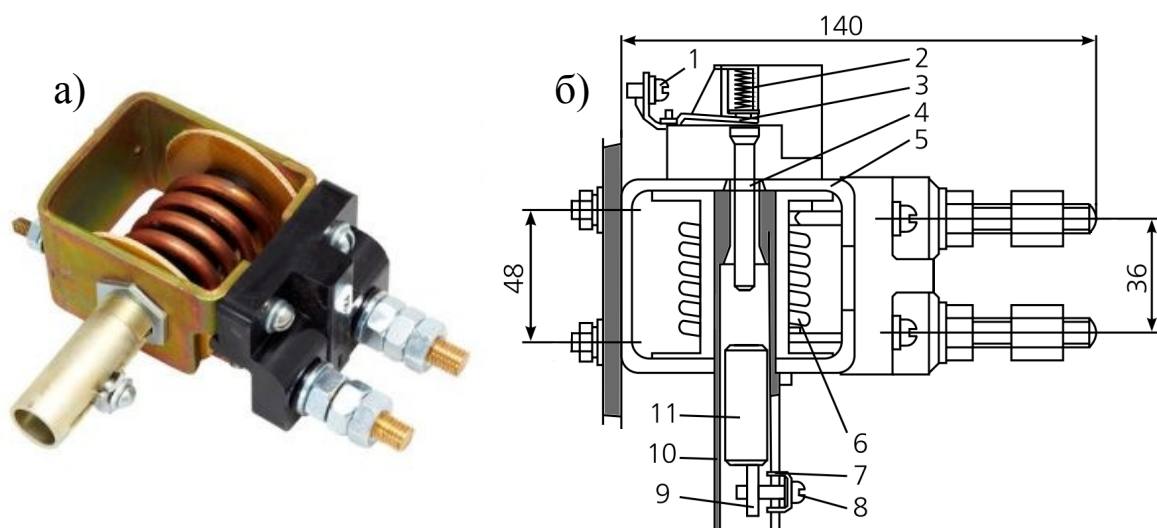


Рис. 3.28. Реле максимального струму РЗО-401:

а – зовнішній вигляд; б – схема будови;

- 1 – контактні гвинти; 2 – пружина; 3 – місток контактний;
 4 – штовхач; 5 – магнітопровід; 6 – котушка; 7 – скоба;
 8 – фіксувальний гвинт; 9 – пластина; 10 – трубка; 11 – якір

Реле складається з двох основних вузлів – електромагнітної системи та розмикального блок-контакту. До електромагнітної системи входить скоба магнітопроводу 5 (рис. 3.28, б) з укрученою в неї трубкою 10, на якій розташована втягувальна котушка 6 на ізоляційному каркасі. Усередині трубки знаходиться якір 11, який має можливість вільного переміщення вздовж трубки. Положення якоря визначає силу струму спрацьовування реле. З рухом угору якір через штовхач 4 натискає на місток 3 і розмикає контакти електричного блокування. Регулювання струму спрацьовування здійснюється зміною положення скоби 7 з фіксацією її положення гвинтом 8. Контакти блока-контакту після спрацьовування залишаються розімкненими доти, поки не буде розімкнене коло котушки або струм у ній не знизиться до величини, за якої якір відпадає. Після відпадання якір зі штовхачем вертається у своє нижнє положення, і контакти під дією пружини 2 замикаються.

Регулювання струму спрацьовування може здійснюватись у межах від 1,3 до 4 номінальних струмів. Лінійка типорозмірів реле РЭО-401 охоплює номінальні сили струму втягувальної котушки від 2,5 до 480 А.

3.10. Кабельні вироби

Для передачі електричної енергії, електричних сигналів інформації або для виготовлення обмоток електричних пристроїв застосовуються кабельні вироби.

Електричний провід (рис. 3.29, а, б) – кабельний виріб, який містить один або більше скручених дротів або одну чи більше ізольованих жил, поверх яких залежно від умов прокладання і експлуатації може застосовуватись легка неметалева оболонка, обмотка та (або) обплетення з волокнистих матеріалів або дроту. Провід, як правило, не призначений для прокладання в землі.

Електричним кабелем (рис. 3.29, в, г) називається кабельний виріб, який містить одну або більше ізольованих жил (провідників), поміщених у металеву або неметалеву оболонку, поверх якої залежно від умов прокладання і експлуатації може застосовуватись відповідний захисний покрив, до якого може

входить броня. Кабелі, зокрема, придатні для прокладання в землі та під водою.

Електричний шнур (рис. 3.29, д) – провід з ізольованими жилами підвищеної гнучкості, який служить для з'єднання з рухомими пристроями.

Для монтажу електропроводки на кранах застосовують проводи і кабелі, які для оберігання механічних пошкоджень прокладають в окремих металевих трубах, рукавах або в плетеній металевій оболонці.

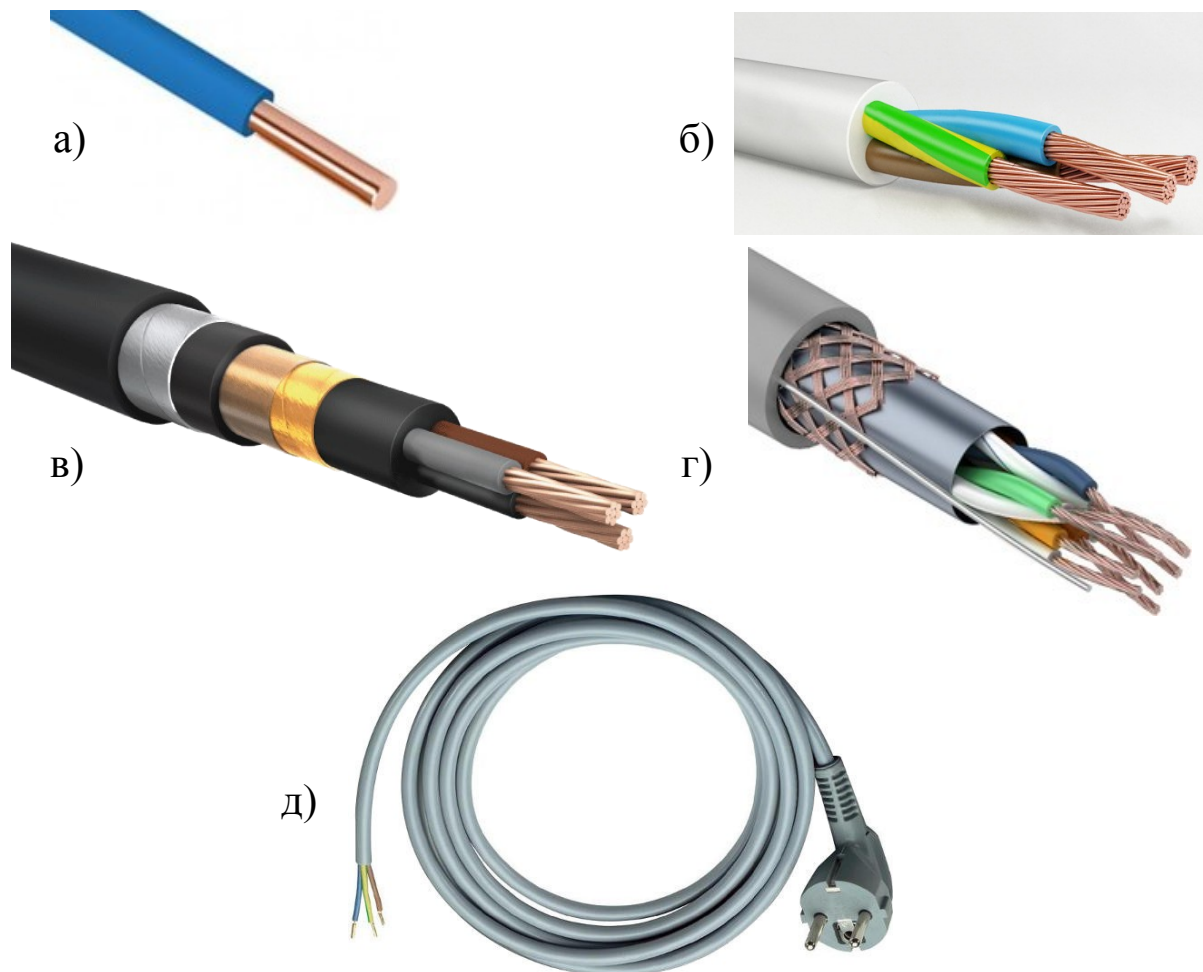


Рис. 3.29. Кабельні вироби:

а – провід з одним дротом; б – провід з трьома багатодротовими жилами; в – силовий кабель; г – кабель зв'язку; д – шнур

Контрольні питання

1. Які існують типи електросхем і що вони пояснюють?

2. На чому заснований принцип дії генератора?
3. Чим відрізняється синхронний генератор від асинхронного?
4. Як поділяються генератори змінного струму за способом збудження?
5. З яких основних вузлів складається синхронний генератор із самозбудженням?
6. Що таке компаундування збудження синхронного генератора?
7. Який принцип роботи асинхронного електродвигуна? Що таке ковзання?
8. З яких основних вузлів складається асинхронний електродвигун?
9. Чим відрізняються електродвигуни з короткозамкненим і фазним ротором? У яких механізмах кранів використовують електродвигуни з короткозамкненим ротором, а в яких – із фазним?
10. Як класифікуються режими роботи електродвигунів?
11. Коротко охарактеризуйте види гальмування асинхронних електродвигунів.
12. З яких основних вузлів складається свинцева акумуляторна батарея?
13. Який принцип дії електричного свинцевого акумулятора?
14. В чому полягає обслуговування свинцевої стартерної акумуляторної батареї?
15. З яких основних вузлів складається електромагнітна дискова муфта зчеплення і в чому полягає її принцип дії?
16. Які основні переваги і недоліки електромагнітних муфт зчеплення?
17. З яких основних вузлів складається індукційна муфта і в чому полягає її принцип дії?
18. Які основні переваги і недоліки індукційних муфт порівняно з іншими типами електромагнітних муфт?
19. Чим відрізняється рубильник від контактора і магнітного пускача? Для чого призначені ці апарати?
20. Чим відрізняється контролер від командоконтролера? Для чого призначені ці апарати?

21. Дайте визначення поняттю «реле». Як розрізняються реле за родом керувального впливу та за принципом дії?
22. Для чого потрібен кільцевий струмоприймач на крані та з яких основних елементів він складається?
23. Для чого призначений сельсин, з яких основних елементів він складається і як працює?
24. Які вимірювальні прилади для контролю параметрів електричних кіл застосовуються на дизель-електричних кранах?
25. Для чого призначені кінцеві вимикачі? Які електричні кола крана можуть захищатися кінцевими вимикачами?
26. Який принцип роботи теплового реле захисту?
27. Для чого призначений і з яких основних елементів складається плавкий запобіжник?
28. Для чого призначене та з яких основних елементів складається реле максимального струму?
29. З яких основних вузлів складається свинцева стартерна акумуляторна батарея?
30. Чим відрізняються електричні провід, кабель і шнур? Які особливості монтажу електропроводки на кранах?

4. КРАНИ СЕРІЙ КДЭ, КЖДЭ, КЖ

4.1. Крани серії КДЭ

Випуск кранів КДЭ-161 (табл. 4.1, рис. 4.1, 4.2) почався у 1960-х роках, а КДЭ-163 (рис. 4.3, 4.4) КДЭ-253 (рис. 4.5, 4.6) – у 1970-х роках. Ці крани призначені для механізації вантажно-розвантажувальних і монтажних-будівельних робіт і є близькими за конструкцією [24].

Таблиця 4.1

Технічні характеристики кранів серії КДЭ (зі стрілою 15 м)

Параметр	Значення параметра для крана типу		
	КДЭ-161	КДЭ-163	КДЭ-253
Вантажопідйомність, т:			
на аутригерах	16	16	25
без аутригерів	10,5	12	16
Максимальна висота підймання гака, м	14,2	13,6	17,8
Виліт стріли, м:			
найбільший	14	14	14
найменший	5	5,3	4,8
Час зміни вильоту стріли від найменшого до найбільшого, с	38	57	61
Швидкість підймання (опускання), м/хв:			
одним барабаном	8,8	8,8	5,3
двома барабанами	17,6	17,6	10,6
Швидкість пересування, км/год:			
самоходом	10,5	6	8
у складі потяга	60	80	80
Частота обертання поворотної частини, об/хв	2	2	1,5
Потужність дизель-генераторної установки, кВт	75		
Маса крана в робочому стані, т	53,1	55	68,5

В основному виконанні крани виготовляються з 15-метровою стрілою і гаком для перевантаження штучних вантажів. За особливим замовленням з краном поставляються вставка завдовжки 5 м для подовження

стріли; захоплювач для лісу або грейфер з комплектом канатів; вантажний електромагніт з відповідним обладнанням. Крани з подовженою стрілою до 20 м можуть бути використані тільки для роботи з гаком. Крани оснащуються багатомоторним дизель-електричним приводом, який дозволяє застосувати просту кінематичну схему і забезпечує можливість суміщення робочих операцій. Передбачена можливість роботи з кабельним живленням від зовнішньої мережі змінного струму напругою 380 В (50 Гц).

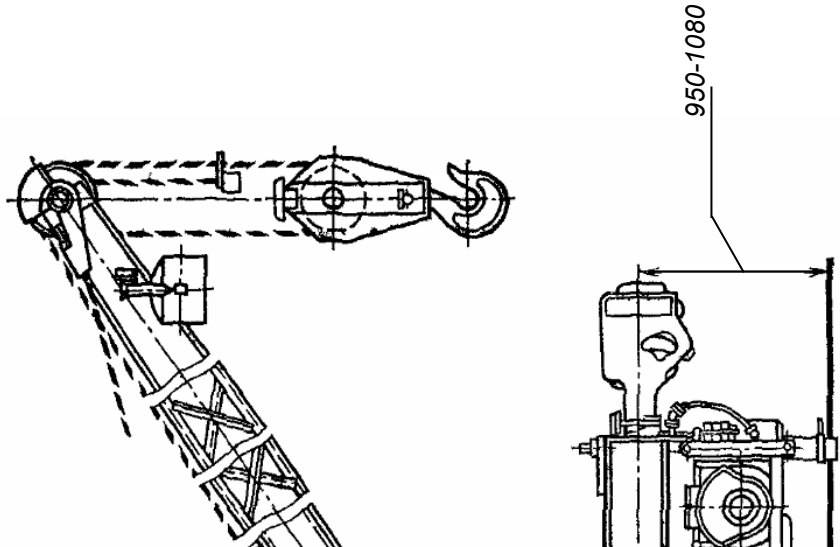


Рис. 4.1. Зовнішній вигляд крана КДЭ-161

Ходова частина містить два двовісні візки. Для транспортування у складі потяга крани обладнані автоматичними гальмами. Під час руху самоходом гальмування здійснюється гальмами колодок механізмів пересування. Для загальмовування на стоянці з вимкненими механізмами пересування передбачене ручне гальмо.

Кран КДЭ-253 (вантажопідйомність 25 т) відрізняється від КДЭ-161 та КДЭ-163 (вантажопідйомність 16 т) підсиленою стрілою; більшою кратністю стрілового та вантажного поліспастів; більшою базою; наявністю чотирьох стрілових розтяжок замість двох; більшим діаметром усіх канатів (окрім грейферних). У КДЭ-253 більша відстань між візками ходової

частини за рахунок подовження бази, більше місця в машинному відділенні, повільніше здійснюється підймання стріли та гака.



*Рис. 4.2. Схема розташування вузлів на крані КДЭ-161:
1 – портал; 2 – кузов; 3 – вантажна стріла; 4 – поворотна частина крана; 5 – опорно-поворотний пристрій; 9 – кронштейн-тримач кабелю; 11 – візок ходовий; 12 – нижня ходова рама (початок)*

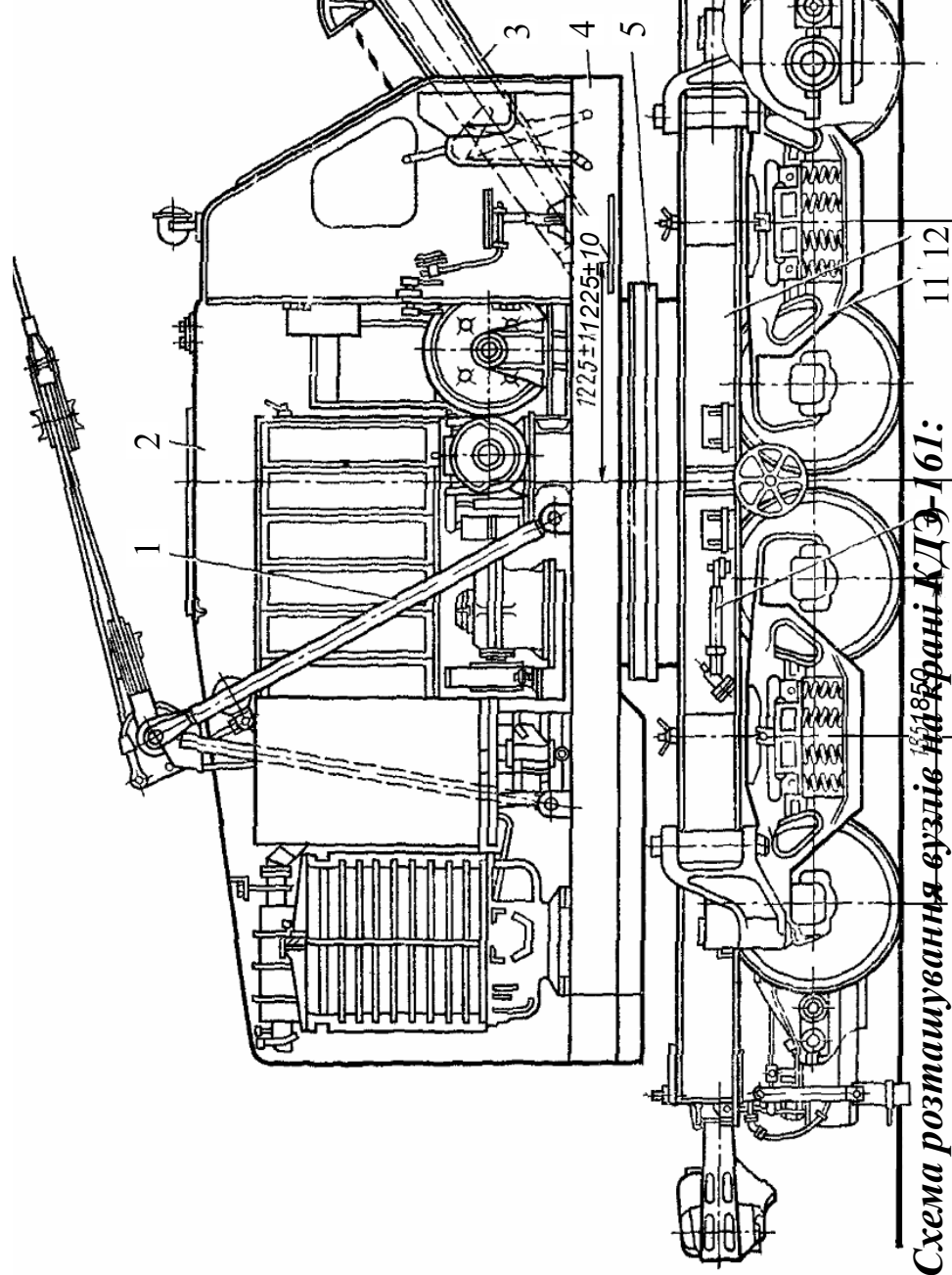
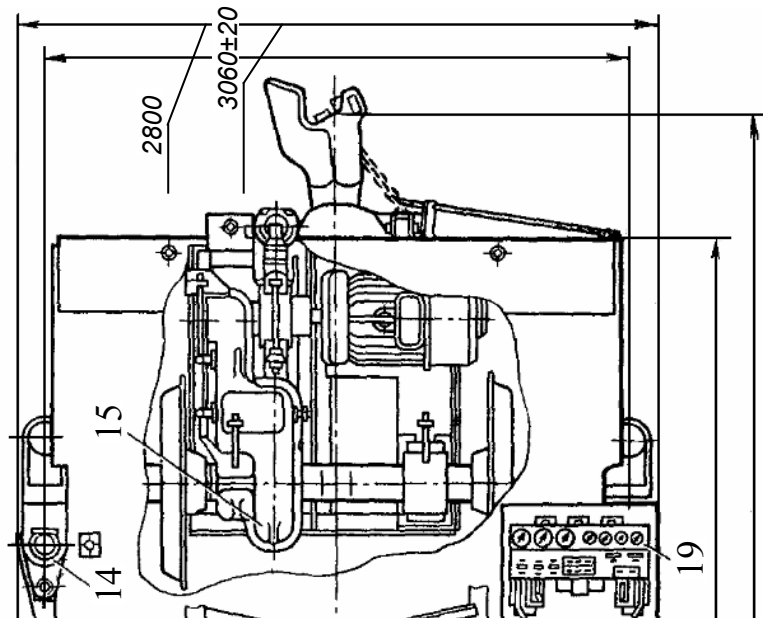


Рис. 4.2. Схема розташування вузлів на шасі КДЗ-161:

- 5 – опорно-поворотний пристрій; 6 – дизель-генераторна установка; 7 – дрифтер;
- 8 – механізм підіймання стріли; 10 – станція керування; 13 – лебідка вантажна; 14 – аутиригер;
- 15 – механізм пересування; 16 – бак паливний; 17 – механізм повороту; 18 – сидіння машиніста;
- 19 – пульт керування (закінчення)



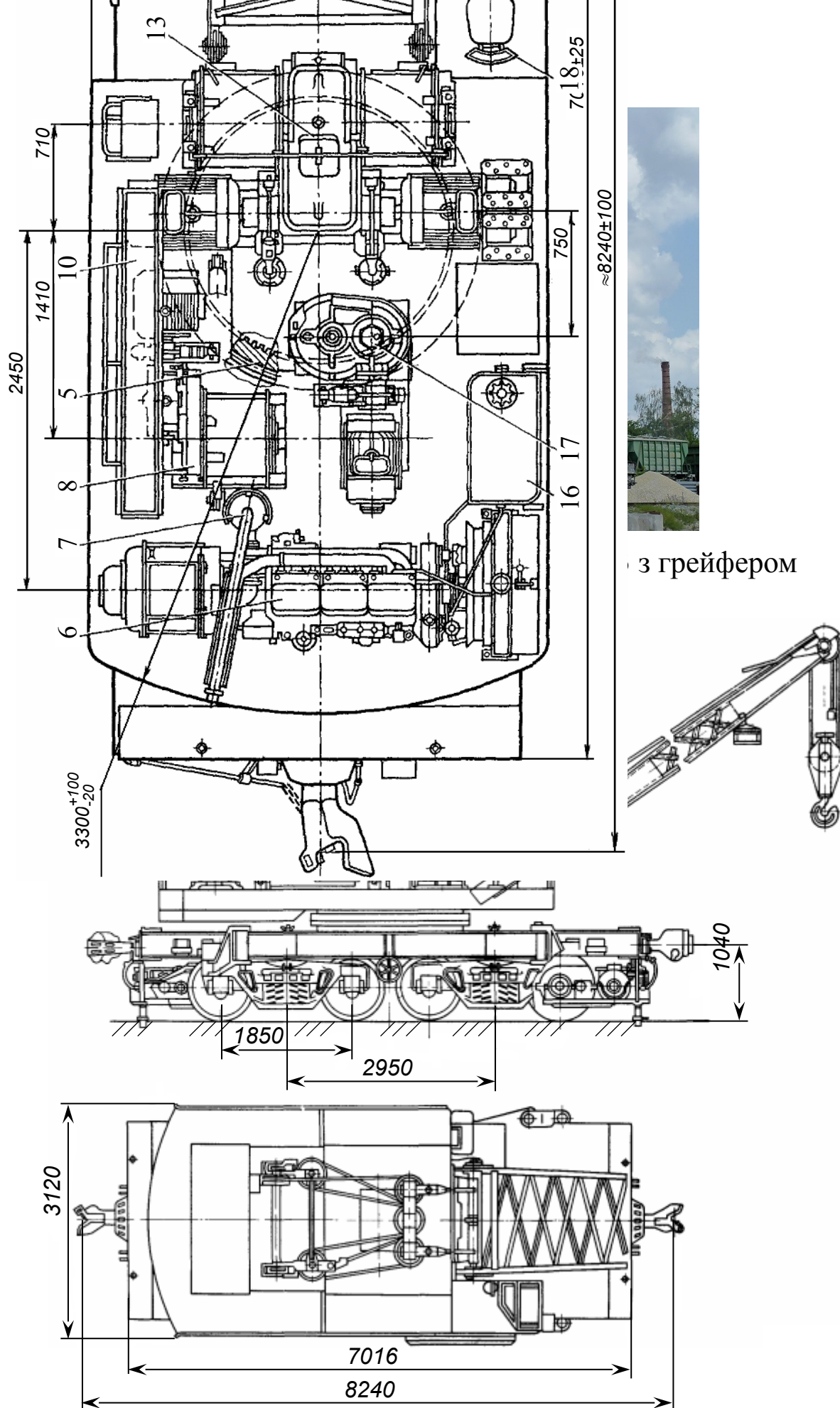


Рис. 4.4. Схема крана КДЭ-163



Рис. 4.5. Зовнішній вигляд крана КДЭ-253

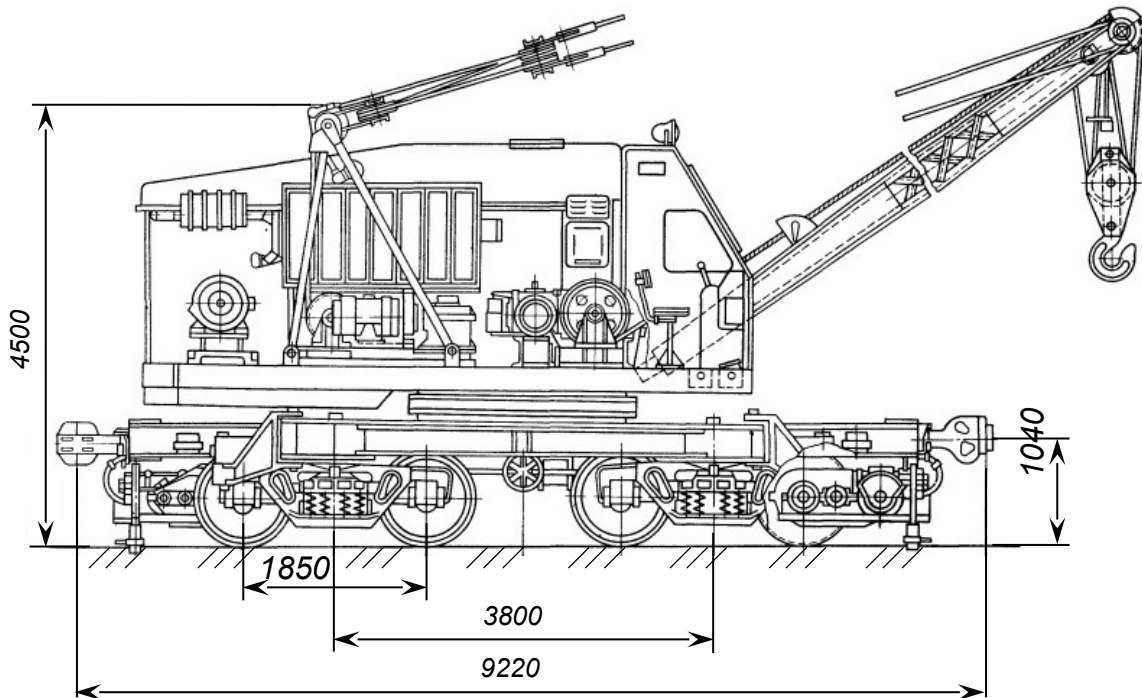


Рис. 4.6. Схема крана КДЭ-253

4.2. Крани серії КЖДЭ

Крани КЖДЭ-16 (табл. 4.2, рис. 4.7–4.9), КЖДЭ-25 (рис. 4.10) призначені для механізації будівельно-монтажних і вантажно-розвантажувальних і робіт зі штучними та сипкими вантажами (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Технічні характеристики кранів серії КЖДЭ

Параметр	Значення параметра для крана типу	
	КЖДЭ-16	КЖДЭ-25
Вантажопідйомність, т: на аутригерах без аутригерів	16 12	25 16
Максимальна висота підймання гака, м	14,4	
Виліт стріли, м: найбільший найменший	14 4,8	
Час зміни вильоту стріли від найменшого до найбільшого, с	57	
Швидкість підймання (опускання), м/хв: одним барабаном двома барабанами	8,86 17,7	5,31 10,26
Швидкість пересування, км/год: самоходом (робоча) самоходом (транспортна) у складі потяга	6 15,4 80	4,6 16,64 80
Частота обертання поворотної частини, об/хв	2	
Потужність дизель-генераторної установки, кВт	75	
База, мм	2950	3800
Мінімальний радіус проходження кривих, м	60	
Конструктивна маса, т	54,6	56,7

Крани КЖДЭ-16 і КЖДЭ-25 почали випускатись з 1980-х років і є подальшими модернізаціями КДЭ-163 та КДЭ-253 та мають такі відмінності:

- головка стріли має «гусак»;
- застосований гідравлічний привод для винесення аутригерів;
- передбачені дві швидкості пересування;
- кабіна керування більш простора, є додаткове сидіння для помічника машиніста, збільшена оглядовість, встановлений кондиціонер повітря;
- підсилений опорно-поворотний пристрій;

- більш потужні двигуни в механізмах пересування (34 кВт замість 22 кВт);

- удосконалений редуктор механізму зміни вильоту стріли, що дозволяє змінювати виліт з вантажем на гаку (у кранів КДЭ вантаж треба опустити на землю і тільки потім брати стрілою на підймання).

Основний варіант виконання – кран з прямою 15-метровою стрілою і гаком для перевантаження штучних вантажів. Стріла може бути виконана з кутових профілів або мати трубчасту конструкцію.

За замовленням кран може обладнуватись грейфером для сипких матеріалів, грейферним захоплювачем для лісу, вантажопідйомним електромагнітом, Г-подібною 15-метровою стрілою, а також вставкою до прямої стріли, яка подовжує її до 20 м (рис. 4.11).

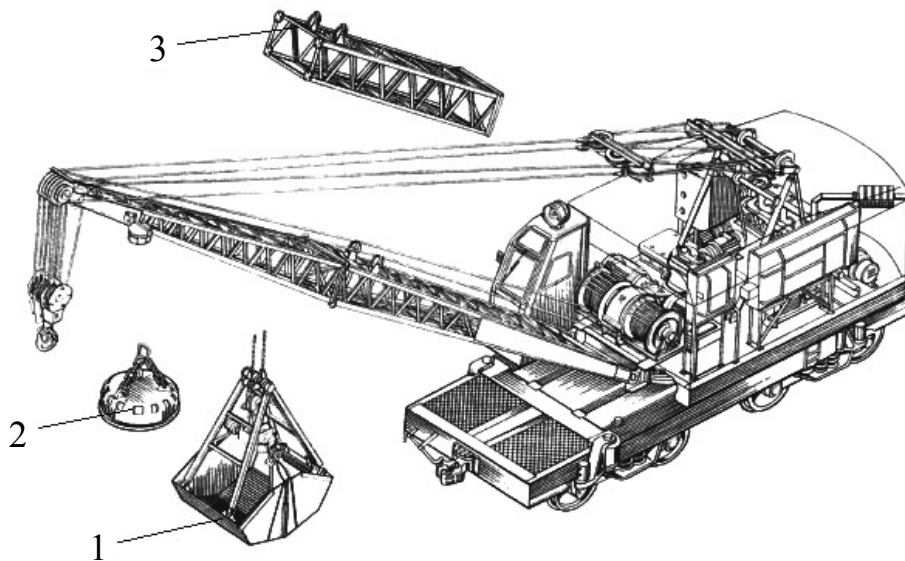


Рис. 4.11. Кран КЖДЭ-16 з комплектом пристосувань:
1 – грейфер; 2 – вантажний електромагніт; 3 – вставка стріли

Крани КЖДЭ мають багатомоторний дизель-електричний привод, що дозволяє здійснювати незалежні рухи механізмів і суміщення операцій. Передбачена можливість роботи з живленням від зовнішньої мережі трифазного струму 380 В, 50 Гц по гнучкому кабелю.

Крани обладнані електрогідравлічними колодковими гальмами, які діють автоматично, а також обмежувачами висоти підймання, вильоту стріли та вантажопідйомності. Для транспортування кранів необхідна платформа прикриття.

4.3. Крани серії КЖ

Крани КЖ почали випускатись з 1990-х років на базі кранів КЖДЭ. У них збільшена потужність дизель-генераторної установки з 75 до 100 кВт. Новітніми моделями є КЖ-462 (табл. 4.3, рис 4.12), КЖ-562 (рис 4.13), КЖ-662 (рис. 4.14).

У базовому виконанні крани виготовляються зі стрілою завдовжки 15 м і вантажним гаком. Додатково крани можуть бути укомплектовані: вставкою стріли завдовжки 5 м, грейфером для сипких вантажів місткістю 1,2 м³ або 2 м³, грейфером для круглого лісу, вантажопідйомним електромагнітом з відповідним обладнанням, колієчисним пристроєм. Крани з подовженою стрілою застосовуються тільки для роботи з гаком.

Таблиця 4.3

Технічні характеристики кранів серії КЖ

Параметр	Значення параметра для крана типу		
	КЖ-462	КЖ-562	КЖ-662
1	2	3	4
Вантажопідйомність, т:			
на аутригерах	16,0	25,0	32,0
без аутригерів	12,0	16,0	16,0
Максимальна висота підймання гака, м	14,4	14,4	14,3
Виліт стріли, м:			
найбільший	4,8	5,0	5,0
найменший	14,0	14,0	14,0
Швидкість підймання (опускання), м/хв:			
одним барабаном	9,5	5,6	4,5
двома барабанами	19,0	11,2	9,0
Швидкість пересування, км/год:			
самоходом (робоча)	6,4		
самоходом (транспортна)	13,5		
у складі потяга	80		
Частота обертання поворотної частини, об/хв	2,0	1,5	1,5
Потужність дизель-генератора, кВт	100		
Ухил колії, що долається, ‰ (град):			
на робочій швидкості з вантажем	10 (0,57)		
на робочій швидкості без вантажу	25,0 (1,425)		

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4
Задній габарит, мм	3300	3600	3600
Мінімальний радіус проходження кривих, м	60		
Власна маса, т	55	67	68



Рис. 4.12. Кран КЖ-462 на монтажних роботах



Рис. 4.13. Кран КЖ-562 з грейфером

Крани КЖ-462, КЖ-562, КЖ-662 останніх модифікацій оснащені обмежувачем вантажопідйомності, який призначений для захисту від перевантаження і перекидання під час підймання вантажу, захисту робочого обладнання від пошкодження під час роботи в обмежених умовах (координатний захист), а також для відображення інформації про фактичну масу вантажу, що піднімається, граничну вантажопідйомність на даному вильоті,



Рис. 4.14. Кран КЖ-662 з вантажним електромагнітом

Кабіна обладнана системою нормалізації мікроклімату, що має автономний дизельний опалювальний прилад і кондиціонер. На панелі пульта керування замість контролерів встановлені малогабаритні перемикачі (джойстики), що мають невелику амплітуду і кут повороту рукоятки, що створює більш комфортні умови для роботи машиніста і покращує дизайн пульта керування. Діапазон робочих температур докілья від мінус 40 до плюс 40 °С.

4.4. Ходова платформа та її обладнання

4.4.1. Конструкція ходової платформи

Дизель-електричні КЗХ складаються з ходової платформи; поворотної рами з кузовом, кабіною та механізмами; стріли і вантажозахоплювальних органів. Ходова і поворотна рами з'єднані між собою опорно-поворотним пристроєм.

Для транспортування у складі потяга кран обладнаний автозчепом і автоматичними гальмами. Для екстреного гальмування під час руху у складі потяга в машинному відділенні крана є стоп-кран.

Під час руху крана самоходом гальмування здійснюється колодковими гальмами. Ручне гальмо, яке встановлене під ходовою рамою, призначене для гальмування на стоянці з вимкненими механізмами пересування.

Ходова платформа є основою крана. Вона складається з двох візків 5 вагонного типу та зварної рами 3 (рис. 4.15).

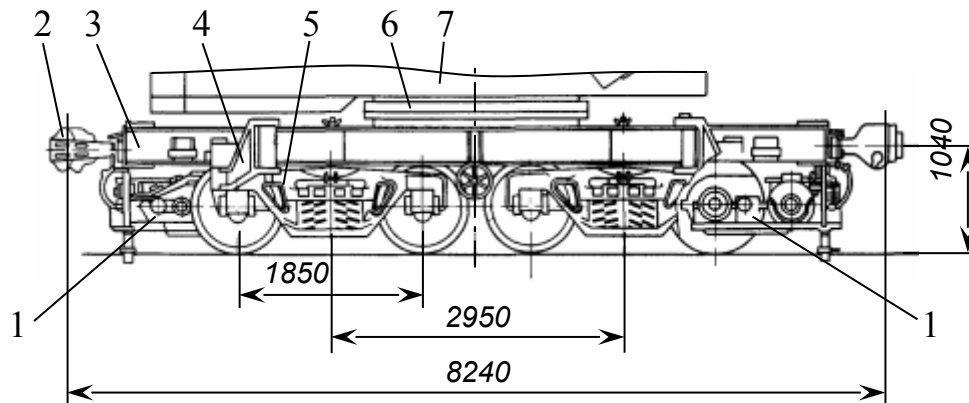


Рис. 4.15. Ходова платформа крана КДЭ-163:

- 1 – механізм пересування; 2 – автозчеп; 3 – ходова рама;
 4 – аутригер; 5 – візок вагонного типу; 6 – опорно-поворотний пристрій; 7 – поворотна платформа
 7 – поворотна рама

На крайніх осях колісних пар візків монтуються механізми пересування 1.

Рами ходових платформ (ходові рами) кранів, розглянутих у підрозд. 4.1-4.3, виконані зварними, заповнені баластом і є близькими за конструкцією. Відмінності полягають у розмірах рам і масі баласту. Наприклад, ходова рама крана КДЭ-163 складається з таких основних вузлів:

- двох поздовжніх зовнішніх брусів (двотавр № 36);
- двох внутрішніх поздовжніх центральних балок (двотавр № 36);
- чотирьох хребтових балок (двотавр № 36);
- двох шворневих балок коробчастого типу;
- двох буферних брусів коробчастого типу;
- двох зварних додаткових внутрішніх балок двотаврового перерізу;
- двох зварних коротких поперечних балок;
- чотирьох розкосів (під опорно-поворотний пристрій).

До зовнішніх подовжніх брусів приварені сталеві втулки аутригерів.

Зверху і знизу приварені сталеві листи, що утворюють кармани для баласту. Як баласт застосовуються залізорудні окатиші, залиті зверху 60-міліметровим шаром бетону. Кутові кармани знизу мають виїмки для колісних пар.

До хребтових балок приклепані передні і задні упорні косинці автозчепу, а до буферного бруса – ударна розетка. Між кронштейнами втулок виносних опор і шворневими балками приварені розкоси, а до шворневих балок знизу – п'ятники і ковзуни.

До діагональних і коротких поперечних балок приварене кільце, до якого болтами кріпиться опорно-поворотний пристрій.

Опорно-поворотний пристрій (дивись рис. 2.2) – дворядний, кульковий або роликовий, із зубчастим вінцем внутрішнього зачеплення, складається з п'яти кілець. Ролики пристрою розділені сепараторами, є прес-маслянка для змащення елементів кочення.

Для рам ходових платформ кранів вантажопідйомністю 25 т частіше за все використовуються зварні балки коробчастого перерізу, є аутригерні балки, армовані залізобетонні балки, які збільшують жорсткість і масу крана. П'ятники в деяких кранах не приварюються, а приклепуються, а в центральну частину рами уварюються розкоси.

Приблизна маса рами ходової платформи кранів вантажопідйомністю 16 т складає 14 т, а кранів вантажопідйомністю 25 т – більше 19 т.

До буферних брусів рами ходової платформи прикріплені чотири рейкові захоплювачі, які призначені для запобігання перекиданню крана під час роботи у важких умовах. Нескладна конструкція захоплювачів дозволяє здійснювати швидко їх закріплення на головці рейки і швидко звільнення, переведення з транспортного положення в робоче та навпаки.

Ходова платформа крана, окрім автозчепу, може бути обладнана спеціальними ударно-упряжними приладами: спеціальним жорстким автозчепом та автозчепом з бічним вушком і буферами.

Усі балки рами ходової платформи зварені між собою і утворюють жорстку монолітну конструкцію.

4.4.2. Виносні опори

Для збільшення розмірів опорного контура і відповідно підвищення стійкості крана по кутах ходової платформи встановлюються чотири додаткові виносні опори (аутригери), які потрібні для підймання вантажів масою понад 12 т для кранів вантажопідйомністю 16 т і масою понад 16 т для кранів вантажопідйомністю 25 т (рис. 4.16). У робочому положенні аутригери повернені уперек осі колії, а у транспортному – вздовж.

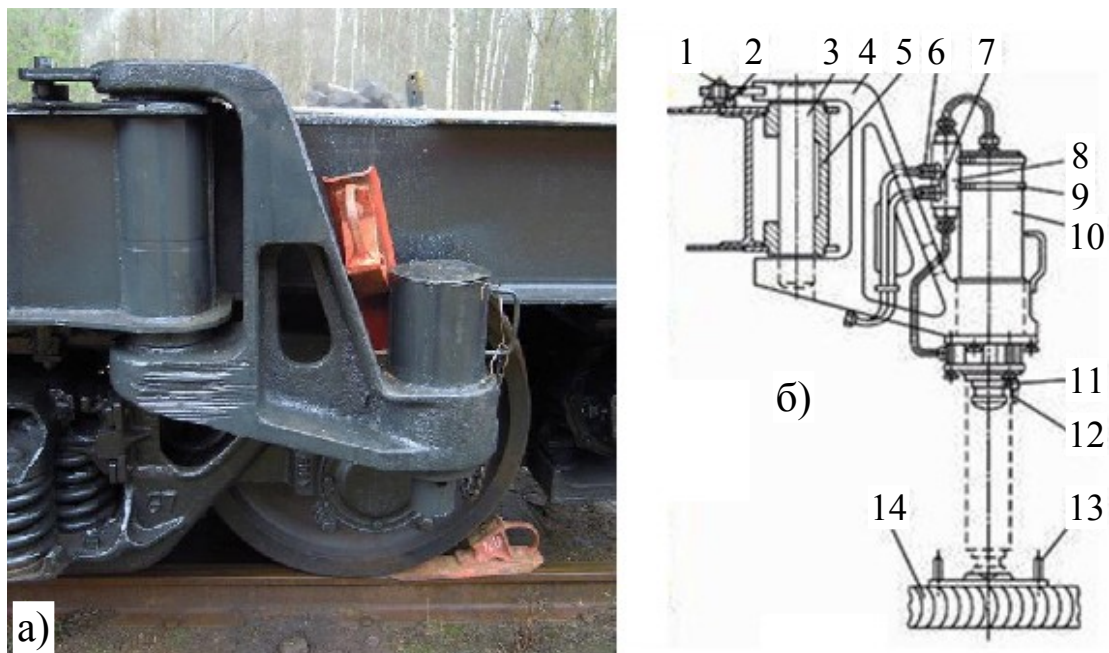


Рис. 4.16. Виносна опора крана КЖ-561:

- а – зовнішній вигляд; б – конструкція; 1 – стопорний гвинт;
 2 – бобишка; 3 – вісь; 4 – кронштейн; 5 – втулка;
 6, 7 – трубопроводи; 8 – гідрозамок; 9 – хомут;
 10 – гідроциліндр; 11 – шток; 12 – фіксатор;
 13 – опорний башмак; 14 – шпальна підкладка

В обох положеннях аутригери утримуються фіксаторами різних конструкцій, одна з яких наведена на рис. 4.16, б. Стопорний гвинт 1 входить в бобишку 2, приварену до настилу ходової рами. Шток 11 гідроциліндра в неробочому верхньому положенні також утримується фіксатором 12. У робочому положенні шток під тиском робочої рідини опускається вниз і сферичним кінцем спирається на опорний башмак 13, встановлений на шпальній підкладці 14.

Навантаження на виносну опору сприймається робочою

рідиною, яка у верхній порожнині запирається гідрозамком 8, закріпленим на гідроциліндрі за допомогою хомутів 9. Підведення рідини до гідроциліндра та її зливання здійснюються по трубопроводах 6 і 7. Гідроциліндр виносної опори є поршневим, двосторонньої дії, складається з гільзи і штока з поршнем.

Для усунення вертикальних коливань крана, які є неминучими під час роботи за наявності ресорного підвішування ходових візків і зменшують стійкість крана, ходова платформа забезпечена чотирма *вимикачами ресор*. Вимикач ресор містить гвинт з опорою, стопорний пристрій і клин. Гвинт з опорою передає навантаження на боковину візка через скобу, прикріплену до боковини. Гвинт закручується ключем. У транспортному положенні гвинт має бути вивернутим і зафіксованим від провертання. Під час роботи без аутригерів між бічною рамою візка і шворневою балкою встановлюються клини.

4.4.3. Гальмове обладнання

На ходовій платформі розташоване гальмове обладнання крана. Воно ідентичне гальмовому обладнанню вантажних вагонів і використовується у випадках пересування крана у складі потяга. Під час руху крана своїм ходом гальмування здійснюється за допомогою гальм механізму пересування.

Гальмове обладнання (рис. 4.17) [1] містить двокамерний резервуар 7, прикріплений до рами ходової платформи і сполучений трубопроводом з пиловловлювачем 5 через роз'єднувальний кран 8. Резервуар 7 також сполучений через автоматичний регулятор режимів гальмування 12 із запасним резервуаром 11 і гальмовим циліндром 13.

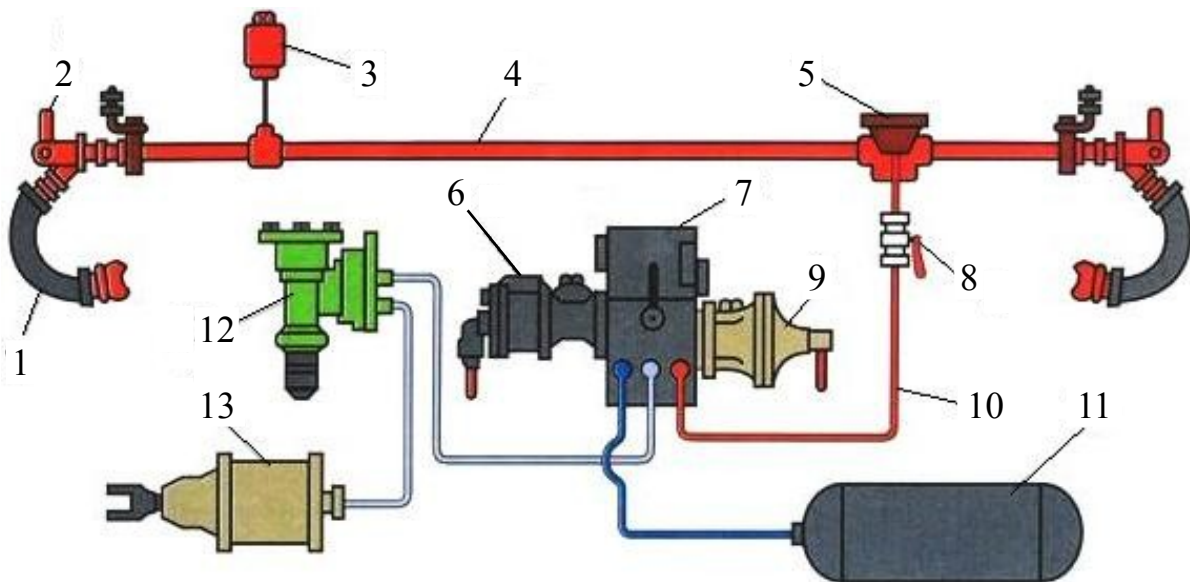


Рис. 4.17. Схема гальмового обладнання крана:

- 1 – з'єднувальні рукави; 2 – кінцевий кран; 3 – стоп-кран;
 4 – гальмова магістраль; 5 – пиловловлювач; 6 – головна частина повітророзподільника № 483; 7 – двокамерний резервуар;
 8 – роз'єднувальний кран; 9 – магістральна частина повітророзподільника № 483; 10 – відвід до повітророзподільника; 11 – запасний резервуар місткістю 78 л; 12 – авторежим; 13 – гальмовий циліндр

До резервуара 7 прикріплені магістральна 9 і головна 6 частини повітророзподільника. На магістральній трубі 4 розташовані кінцеві крани 2 і з'єднувальні рукави 1. Під час руху крана поза потягом кінцеві крани мають бути закритими. Система оснащена стоп-краном 3.

Під час заряджання і відпускання гальма стиснуте повітря з гальмової магістралі надходить у двокамерний резервуар 7 і заповнює золотникову і робочу камери повітророзподільника, а також запасний резервуар 11. Гальмовий циліндр 13 сполучається з атмосферою через авторежим 12 і головну частину 6 повітророзподільника.

Зі зниженням тиску в гальмовій магістралі темпом службового або екстреного гальмування повітророзподільник роз'єднує гальмовий циліндр 13 з атмосферою і сполучає його з запасним резервуаром 11 через авторежим 12.

4.5. Поворотна платформа та її обладнання

4.5.1. Рама поворотної платформи

Рама поворотної платформи (поворотна рама) є основою для розміщення більшості основних вузлів крана (рис. 4.18). На ній установлені робочі механізми крана, силова установка, опора стріли і порталу, кабіна управління, противага та інше обладнання. Рама є зварною конструкцією. Бічні поздовжні балки є не несими елементами, а опорою для кузова крана, який захищає внутрішній простір від потрапляння атмосферних опадів.

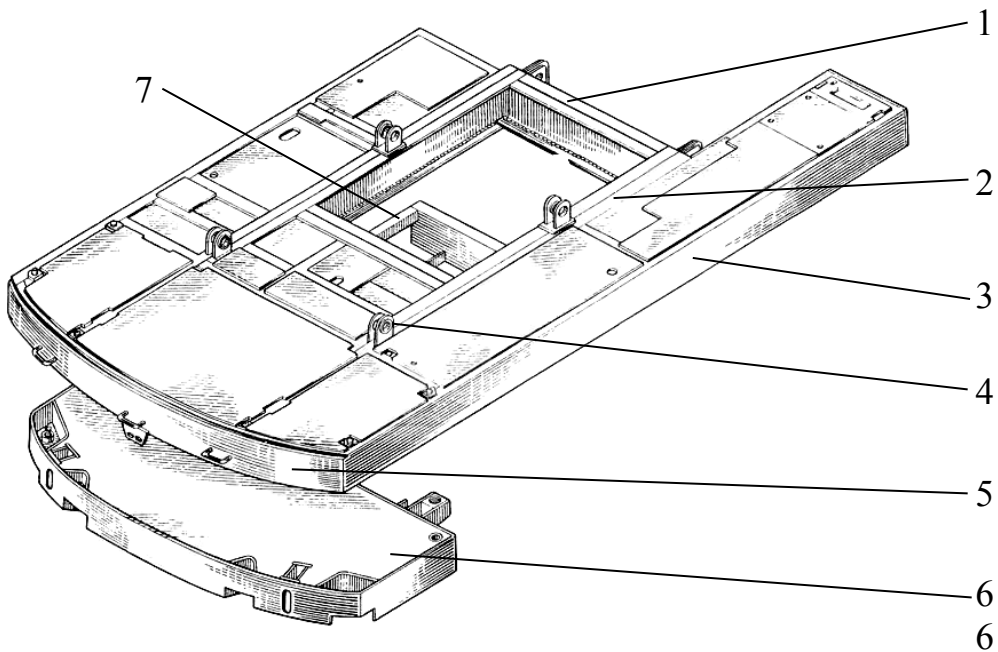


Рис. 4.18. Схема поворотної рами:

- 1 – поперечний брус; 2 – середній поздовжній брус;
- 3 – поздовжній бічний брус; 4 – опори стійки (порталу);
- 5 – дуга кінцевого бруса; 6 – знімна противага;
- 7 – кронштейн механізму повороту

Принципово конструкції поворотних рам кранів вантажопідйомністю 16 т і 25 т не відрізняються. Наприклад, рама крана КДЭ-163 складається з таких елементів:

- двох середніх подвійних поздовжніх брусів (швелер № 30);
- двох поздовжніх бічних брусів (швелер № 30);

- чотирьох поперечних брусів (швелер № 30);
- чотирьох опор стійки (порталу), уварених у середні поздовжні бруси рами;
- кронштейна механізму повороту;
- дуги кінцевого бруса.

У крайні задні поперечні бруси уварені дві гайки для гвинтів транспортного положення. Знизу приварений настільний лист, що утворює кармани для залізорудного баласту, а верхня частина карманів залита шаром гравійного бетону товщиною 60 мм. У задній частині рами знизу встановлена знімна чавунна противага (масою 6 т), яка кріпиться шістьма болтами і у транспортному положенні опускається на ходову раму за допомогою спеціальних гвинтів. У центральній частині рами знизу приварене сталеве лите кільце, до якого болтами кріпиться опорно-поворотний пристрій.

4.5.2. Кабіна машиніста

Кабіну машиніста розглянемо на прикладі крана КЖ-561 (рис. 4.19). Кабіна є робочим місцем кранівника, де розміщені всі органи керування і прилади безпеки (рис. 4.20). Вхід у кабіну здійснюється через відсувні бічні двері, які фіксуються у крайніх положеннях.



Рис. 4.19. Кран КЖ-561



Рис. 4.20. Кабіна крана КЖ-561:
 а – вигляд кабіни; б – пульт керування; в – педалі керування;
 г – обмежувач навантаження крана; д – блок керування
 вантажопідйомним електромагнітом

У задній стінці кабіни є двері до машинного відділення крана, які заблоковані з лінійним контактором кінцевим вимикачем. Він унеможливорює пуск механізмів з відкритими дверима в машинне відділення.

Зовнішнє освітлення робочого майданчика, а також освітлення під час пересування крана забезпечуються фарами, розташованими на передній стінці кабіни. На підлозі збоку від сидіння машиніста встановлений вимикач вантажного електромагніту. Зовні кабіни на лівій стінці під вікном розміщений показчик вантажопідйомності, шкалу і стрілку якого видно з місця машиніста.

Кабіна машиніста встановлена на дерев'яний настил, який через чотири амортизатори кріпиться до рами поворотної платформи. Установлення кабіни на амортизаторах знижує рівень вібрації на робочому місці машиніста.

4.5.3. Двигун внутрішнього згорання

У дизель-генераторній установці (рис. 4.21) крана КЖ-561 застосовано двигун ЯМЗ-238 (рис. 4.22). Установка розташовується на поворотній платформі в машинному відділенні. Там же встановлені паливний бак і акумуляторна батарея (рис. 4.23).

Технічні характеристики двигуна ЯМЗ-238:

- кількість і розташування циліндрів: V8;
- діаметр циліндра, мм: 130;
- хід поршня, мм: 140;
- робочий об'єм циліндрів, л: 14,86;
- потужність, кВт (к.с.): 243 (330);
- частота обертання, об/хв: 2100;
- максимальний крутний момент, Н·м: 1225;
- частота обертання при максимальному крутному моменті, об/хв: від 1200 до 1400;
- мінімальна питома витрата палива, г/(кВт·год) (г/(к.с.·год)): 208 (153);
- габарити, мм: 1440×1045×1070;
- маса, кг: 1130.



Рис. 4.21. Дизель-генераторна установка крана КЖ-561

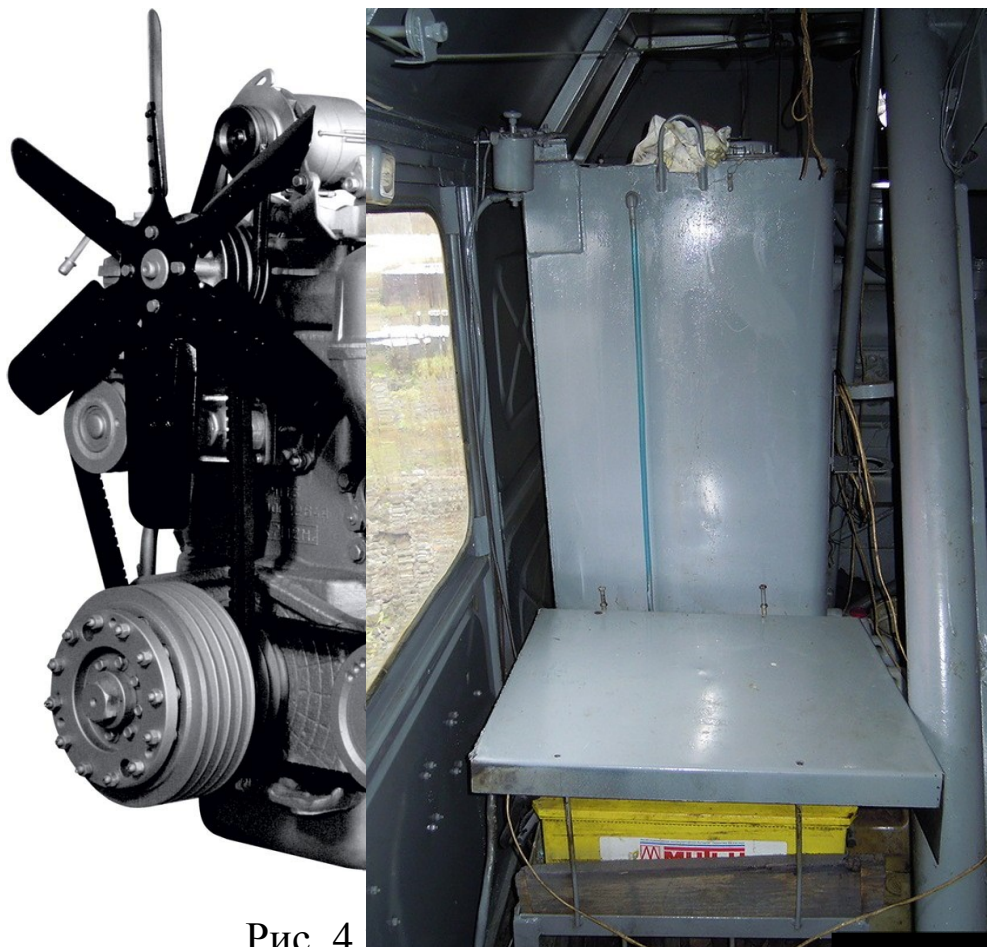


Рис. 4.

Рис. 4.23. Паливний бак та акумуляторна батарея на крані КЖ-561

4.5.4. Стріла

Стріла використовується для переміщення вантажу як у вертикальній, так і горизонтальній площинах. Стріли бувають постійної і змінної довжини, прямі і ламаного перерізу. Крани, які розглядаються в цьому розділі, мають прямі стріли постійної довжини. Стріла має чотиригранну форму і є гратчастою зварною конструкцією з кутових профілів (рис. 4.24) або труб (рис. 4.25).

Стріла складається з двох частин: верхньої і нижньої, з'єднаних між собою фланцевим стиком. Кожна частина складається з поясів і приварених до них під кутом розкосів. З лівого боку нижньої частини стріли встановлюється показчик вантажопідйомності прямовисного типу. Також на нижній частині стріли встановлюються на шарикопідшипниках два підтримувальні ролики. Основа стріли має два вушка для кріплення її осями до поворотної рами.



Рис. 4.25. Стріла крана КЖДЭ-16 трубчастої конструкції

До верхньої частини стріли знизу приварені два кронштейни, за допомогою яких стріла кріпиться до підставки для транспортування крана у складі потяга.

Верхня частина стріли, що несе на собі блоки, називається головою. Головки стріл кранів мають різну будову. Головки стріл кранів вантажопідйомністю 16 т мають 4 блоки, які встановлені на одній осі на шарикопідшипниках. Головки стріл кранів вантажопідйомністю 25 т мають дві осі (зовнішню і внутрішню), на які насаджуються шість блоків вантажного поліспада (4 на зовнішній осі і 2 на внутрішній). Змащування підшипників здійснюється через прес-маслянки, розташовані в маточинах блоків. На кінцях зовнішньої осі є цапфи, на які надіваються втулки стрілових тяг.

Фланцеве з'єднання верхньої та нижньої частин дозволяє подовжувати стрілу шляхом установаження на місці розніму подовжувальної вставки (дивись рис. 4.11). Звичайна довжина вставки складає 5 м.

Стріла утримується у висячому положенні канатами, які підводяться до блоків, розташованих на головці стріли, через спеціальну траверсу.

У середині нижньої секції змонтований і шарнірно закріплений прожектор для освітлення робочого майданчика. Верхня частина секції має дві осі.

Заспокоювач вантажозахоплювальних органів виконаний у вигляді спеціального візка, який переміщається на роликах по напрямних. Візок своєю масою натягує канат заспокоювача під час роботи зі стрілою завдовжки 20 м.

Обмежувачі висоти підймання гака і кута нахилу стріли розглянуті в розд. 3 (дивись рис. 3.24).

Сигналізатор кута нахилу крана використовується для установаження всієї конструкції крана в горизонтальне положення за допомогою рівня на контрольному майданчику по поздовжній і поперечній осях за горизонтального положення поворотної рами. Нахил крана в будь-який бік викликає переміщення кульки по конусній поверхні основи і наближення її до лудженої фаски контактної шайби.

При граничному значенні кута нахилу крана (близько 3°) кулька стикається з поверхнею контактної шайби, замикаючи при цьому контакт, який вмикає червоний сигнальний ліхтар, розташований на пульті керування. Це попереджає кранівника про небезпечний нахил крана.

До стріли підвішується вантажний гак, який може бути замінений на грейфер (дивись рис. 4.13). На гак може навішуватися електромагніт (дивись рис. 4.14) або інший вантажозахоплювальний пристрій.

4.6. Механізми крана

4.6.1. Механізм пересування крана

Крани на залізничному ході мають, як правило, два механізми пересування з приводом на крайні (зовнішні) осі ходових візків. Наприклад, механізмом пересування крана КДЭ-161 (рис. 4.26) є два самостійні механізми, встановлені знизу ходового візка на спеціальних рамах.

Кожен з механізмів складається з електродвигуна, зубчастої муфти і редуктора, який спирається на ведучу вісь ходового візка. На кінці вала електродвигуна посаджена на шпонці внутрішня напівмуфта з зовнішніми зубцями, що входять у зачеплення з внутрішніми зубцями проміжної втулки (напівмуфти). Ця втулка має також і зовнішні зубці, якими вона зчіплюється з зовнішньою напівмуфтою, з'єднаною болтами з гальмовим шківом, посадженим своєю маточиною на первинному валу редуктора. Первинний вал-шестерня знаходиться в зачепленні з зубчастим колесом, посадженим на шліцах вторинного вала.

Паралельно на тих самих шліцах посаджена циліндрична шестерня, що знаходиться в зачепленні з зубчастим колесом вихідного вала редуктора. На шліцах цього вала посаджена шестерня з можливістю переміщення уздовж вала і виходу з зачеплення з зубчастим колесом ведучої осі колісної пари. Із зачеплення ця шестерня виводиться відводкою, з'єднаною з важелем, який розташований зовні редуктора. З переміщенням цієї шестерні вимикається ходовий механізм для прямування крана у складі потяга. Перемикач редуктора з транспортного

положення в робоче можна здійснювати тільки при вимкнених електродвигунах.

Усі вали редуктора змонтовані на підшипниках кочення, закритих кришками з гумовими ущільненнями.

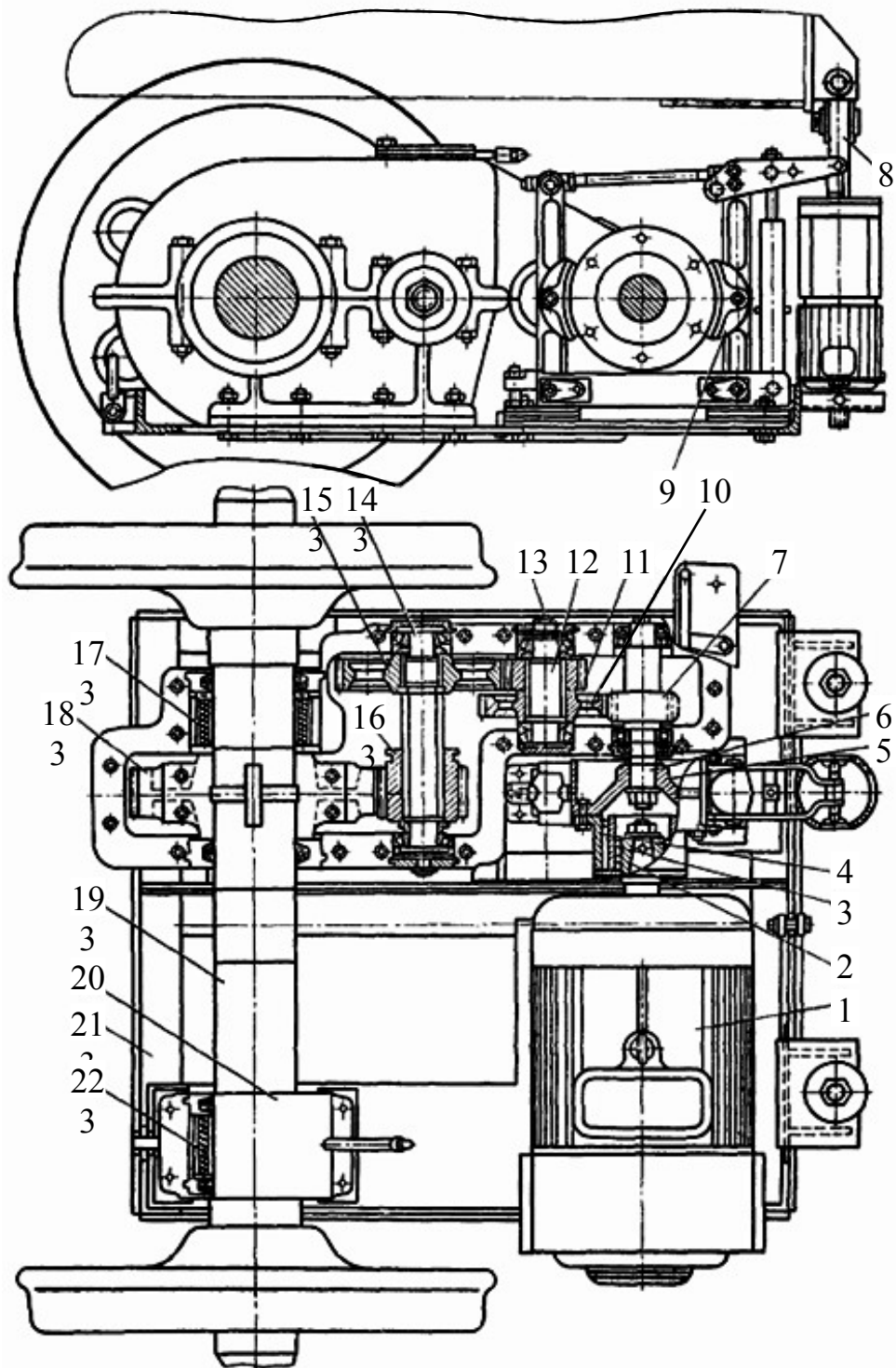


Рис. 4.26. Схема механізму пересування крана КДЭ-161:
 1 – електродвигун; 2 – внутрішня напівмуфта; 3 – проміжна втулка; 4 – зовнішня напівмуфта; 5 – гальмовий шків;
 6 – первинний вал; 7, 10, 16 – зубчасті колеса; 8 – підшипник;
 9 – колодка; 11, 15, 18 – колеса; 12 – шліцьовий вал; 13 – гвинт;
 14 – проміжний вал; 17 – витий ролик; 19 – колісна пара;
 20 – додатковий підшипник; 21 – рама; 22 – рознімна обойма

Проміжок у конічних роликотідшипниках регулюється гвинтами через натискні шайби. Корпус редуктора виконаний з двох частин, що з'єднуються болтами по периметру розніму. Корпус встановлений на загальній з двигуном рамі. На цій же рамі встановлений корпус додаткового підшипника, що утворює другу опору механізму пересування.

Як основний корпус редуктора, так і підшипник спираються на вісь колісної пари за допомогою витих роликів, зібраних в обоймах-сепараторах, що складаються з двох частин кожна. Рознімні корпуси є зовнішніми обоймами цих спеціальних підшипників кочення. У корпус редуктора заливається олива. У нижній частині редуктора розміщена спеціальна мастильна шестерня, яка більшою своєю частиною занурена в оливу і знаходиться в зачепленні з однією з робочих шестерень. Таким чином забезпечується перенесення оливи на всі зубчасті передачі.

Другий кінець рами механізму пересування підвішується до буферного бруса крана на двох регульованих підвісках. Ці підвіски в місцях прикріплення до буферного бруса мають шарнірні зчленування у двох напрямках, завдяки чому рама механізму вільно переміщується під час руху крана в кривих. У місці прикріплення рами до підвісок встановлені амортизатори з масивних гумових шайб, які пом'якшують коливання рами у вертикальному напрямі.

Краном можна пересувати до двох навантажених вагонів у межах вантажного майданчика.

Кран КЖ-561 також приводиться в рух двома механізмами пересування (рис. 4.27), кожен з яких складається з осьового редуктора (рис. 4.28) та електродвигуна (рис. 4.29), а також обладнаний колодковими гальмами нормально замкненого типу з електрогідравлічним штовхачем (рис. 4.30).

Редуктор механізму пересування забезпечує дві швидкості пересування. Перемикання передач здійснюється за допомогою важеля на осьовому редукторі (рис. 4.31, а). Є також важіль для вмикання-вимикання ходу крана (рис. 4.31, б). Вимкнений хід відповідає транспортному положенню, при якому кран можна транспортувати локомотивом або у складі потяга.



Рис. 4.27. Механізм пересування крана КЖ-561

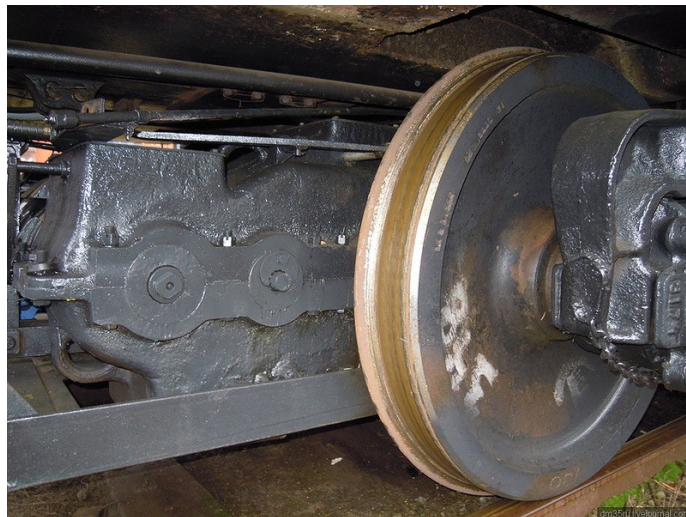


Рис. 4.28. Осьовий редуктор

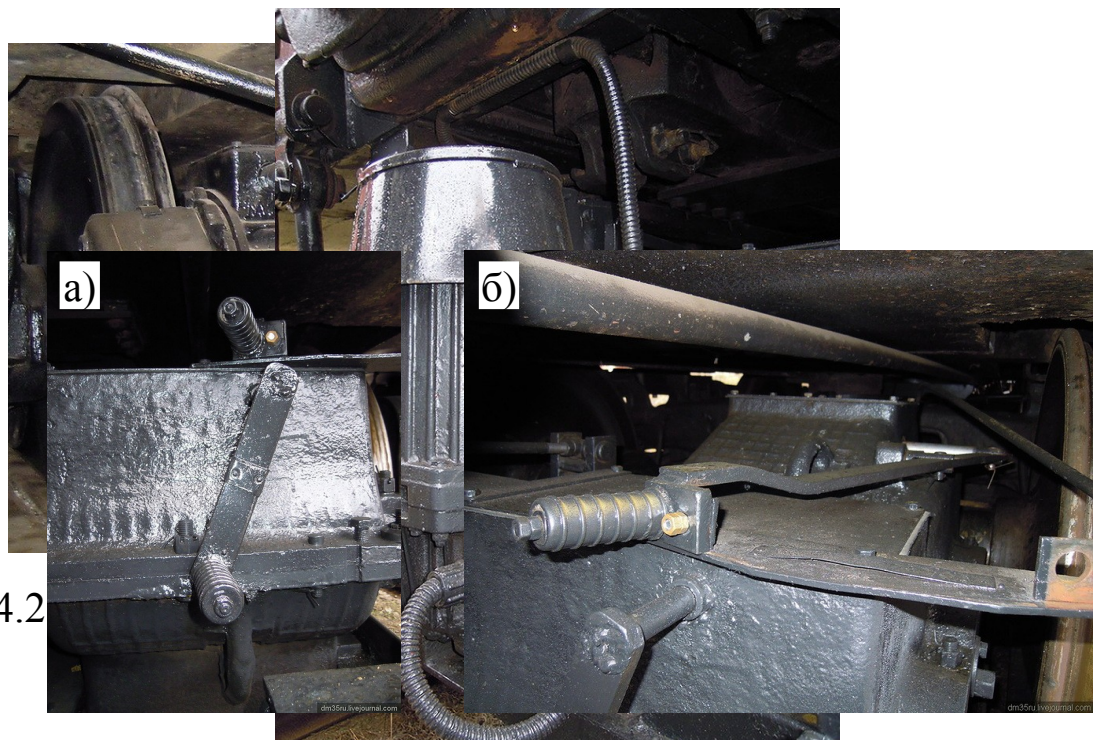


Рис. 4.2

Рис. 4.31. Вагелі механізму пересування:
 а – переміщення гальмівної колодки крана
 б – переміщення гальмівної колодки крана

4.6.2. Механізм повороту крана

Розглянемо механізм повороту на прикладі крана КДЭ-161 (рис. 4.32). Механізм змонтований на рамі і складається з електродвигуна і редуктора, з'єднаних за допомогою ланцюгової муфти. На валу двигуна встановлений гальмовий шків. Вхідний вал редуктора оснащений відцентровою муфтою, внутрішня напівмуфта якої є масивною зірочкою з радіально розташованими пазами. У пази закладено шість колодок з накладками з феродо.

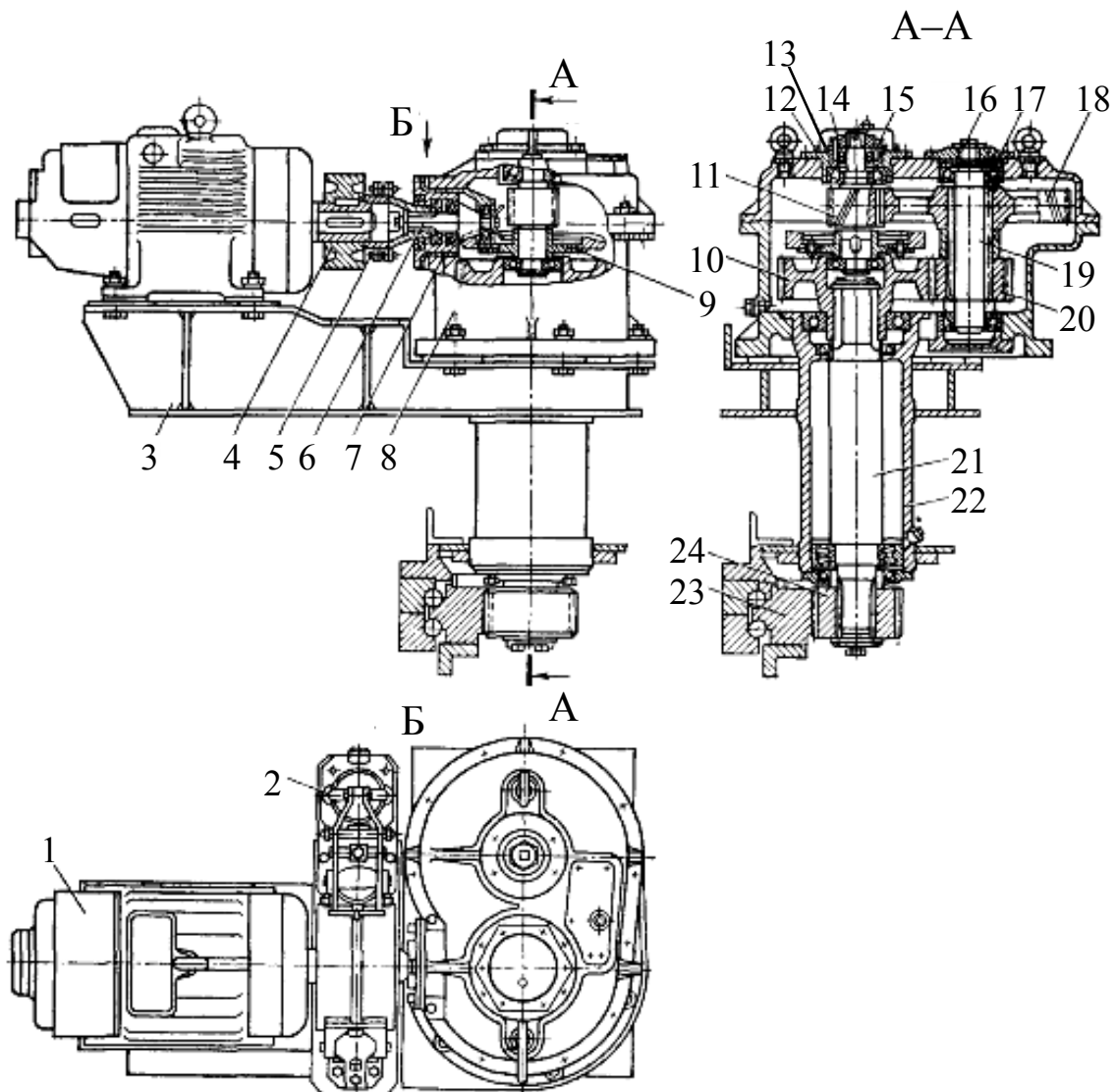


Рис. 4.32. Схема механізму повороту крана КДЭ-161:

- 1 – електродвигун; 2 – електрогальмо; 3 – рама;
- 4 – гальмовий шків; 5 – ланцюгова муфта; 6 – відцентрова муфта;
- 7 – стакан; 8 – редуктор; 9, 10, 18 – зубчасті колеса;
- 11, 20, 24 – шестерні; 12 – різьбовий стакан;
- 13 – контргайка; 14 – гайка; 15 – упорний підшипник;
- 16 – гвинт; 17 – шайба; 19, 21 – вали; 22 – колона;
- 23 – зубчастий вінець опорно-поворотного пристрою

Під час обертання муфти 6 (рис. 4.32) її колодки під дією відцентрової сили притискаються до внутрішньої поверхні корпусу. Зі збільшенням кількості обертів зростає сила притиснення колодок і крутний момент, що передається муфтою. Корпус відцентрової муфти посаджений на хвостовику конічної шестерні редуктора 8. Конічна шестерня знаходиться в зачепленні з зубчастим колесом 9, закріпленим на шийці вала-шестерні. Через зубчасту передачу крутний момент передається на вертикальний вал, який поміщений у колону. На нижньому кінці цього вала посаджена циліндрична шестерня 24, що знаходиться в зачепленні з зубчастим вінцем 23 внутрішнього кільця опорно-поворотного пристрою.

Механізм повороту крана КЖ-561 (рис. 4.33) має аналогічну конструкцію.



Рис. 4.33. Механізм повороту крана КЖ-561

Корпус редуктора виконаний рознімним і має оглядове вікно. Опорами всіх валів є підшипники кочення. Зубчасті передачі змащуються за допомогою розбризкування оливи під час роботи редуктора. Гальмо механізму є нормально замкненим,

тобто з вмиканням електродвигуна колодки розтискаються, а з вимиканням – обтискають гальмовий шків.

Механізм повороту змонтований на спеціальній зварній рамі. Електродвигун з'єднується з вхідним валом редуктора ланцюговою муфтою, одна з напівмуфт якої є одночасно базою для посадки гальмового шків.

Триступінчатий конічно-циліндричний редуктор складається з чавунного корпусу, кришки і сталеві колони, двох косозубих конічних шестерень першого ступеня, двох косозубих циліндричних шестерень другого ступеня. Опорами валів редуктора є радіально-упорні роликові підшипники, які змащуються з загальної ванни.

Рівень оливи в редукторі контролюється щупом, зливання здійснюється через отвір у стінці корпусу редуктора, заливання – через пробку-щуп.

4.6.3. Механізм підймання вантажу

Механізм підйому вантажу крана КДЭ-161 (рис. 4.34) містить два роздільні вантажні барабани 12, які приводяться кожен від окремого електродвигуна 1 через два двоступінчаті редуктори, поміщені в один корпус 6.

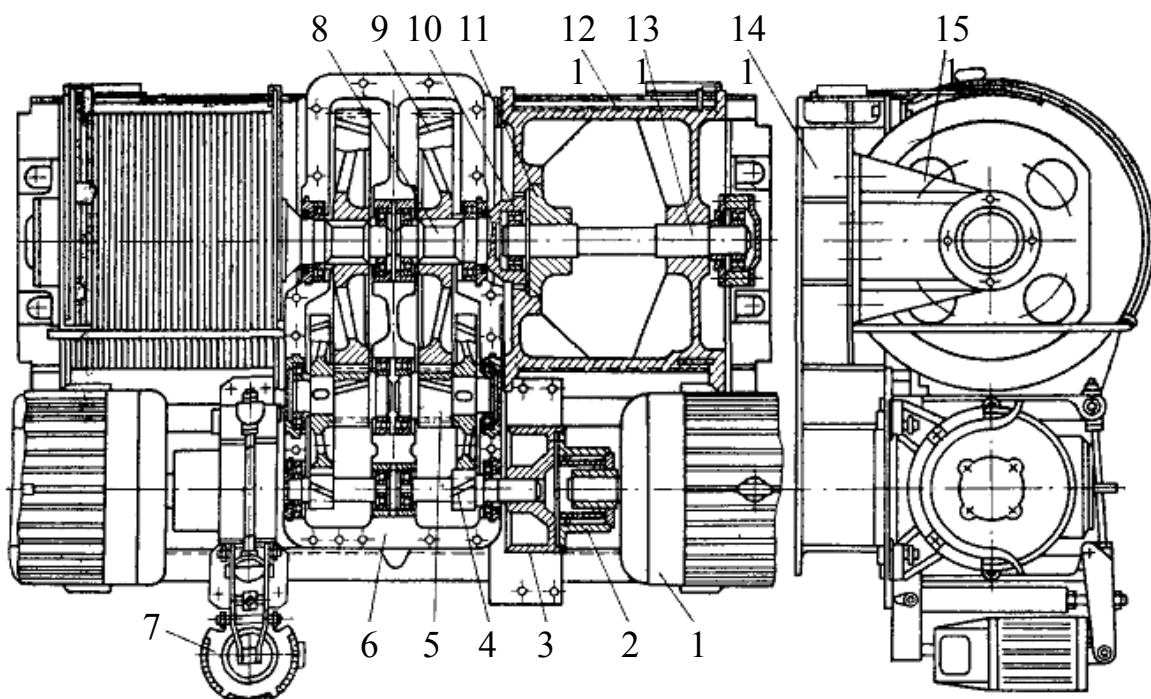


Рис. 4.34. Схема механізму підймання вантажу крана КДЭ-161:
1 – електродвигун; 2, 10 – муфти зубчасті; 3 – гальмовий шків;
4, 5, 9 – зубчасті колеса; 6 – корпус; 7 – гідроштовхач;
8 – вихідний вал; 11 – маточина; 12, 13 – барабани; 14 – рама;
15 – кронштейн

Крутний момент від електродвигуна 1 через зубчасту муфту 2 передається зубчастому колесу 4 первинного вала. Частина зубчастої муфти посаджена безпосередньо на хвостовику цього вала та є одночасно гальмовим шківом 3, який загальмовується замкненим фрикційним гальмом або гальмом з гідроштовхачами 7 ТКТГ-300М (дивись рис. 2.20, 2.21). Із первинного вала крутний момент через зубчасте колесо 5 і зубчасте колесо 9 проміжного вала передається на вихідний вал 8, який закінчується маточиною 10. Маточина вихідного вала одночасно є опорою для підшипника вала 13 барабана і частиною зубчастої муфти, яка з'єднується з барабаном через вставну маточину 11, що є другою частиною зубчастої муфти. Вали редуктора і барабанів спираються на підшипники кочення, встановлені в кронштейнах 15. Увесь механізм змонтований на рамі 14. Наявність у механізмі двох барабанів дозволяє піднімати вантаж або окремо кожним барабаном, або одночасно обома, що підвищує швидкість підймання удвічі. Шляхом зміни запасування канатів, які закріплюються на барабанах клиновими затискачами, можна один барабан використовувати для підймання вантажу, а другий – для замикання щелеп грейфера. Усі зубчасті колеса, поміщені в редуктор, змащуються оливою, що розбризкується під час обертання коліс. Усі механізми обладнані колодковими гальмами з електрогідравлічними штовхачами.

Механізм підймання вантажу крана КЖ-561 (рис. 4.35) складається з двох барабанів, редуктора та двох електродвигунів.

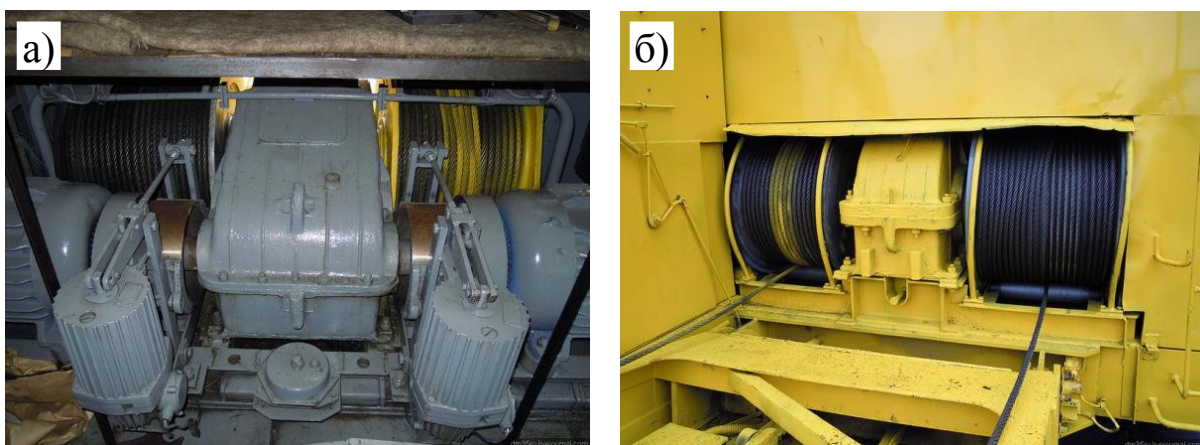


Рис. 4.35. Механізм підймання вантажу крана КЖ-561:
а – вигляд з боку машинного відділення; б – вигляд з боку стріли

Кожен електродвигун механізму підймання вантажу з'єднується з вхідним валом свого редуктора за допомогою еластичної муфти. Напівмуфта, насаджена на вал редуктора, є одночасно і гальмовим шківом. Подвійний двоступінчатий редуктор міститься в одному чавунному корпусі, який складається з основи та кришки, з'єднаних між собою болтами.

Вали редуктора встановлені на шарикопідшипниках. Змащування зубчастих передач і підшипників здійснюється оливою, яка знаходиться в нижній частині корпусу редуктора (масляній ванні). Найбільш поширеною оливою, яка використовується для зубчастих передач, є олива марки «Індустріальна» (І 50). Олива має замінюватися залежно від режиму роботи крана, але не рідше одного разу на 6 місяців. Рівень оливи у ванні контролюється щупом або візуально через оглядове скло. Зливається олива через зливний отвір, заглушений пробкою.

Вихідний вал редуктора з'єднується з барабаном за допомогою зубчастої муфти. Підшипник осі барабана і зубчаста муфта змащуються консистентним мастилом, наприклад солідолом.

Чавунні барабани механізму підймання вантажу мають нарізку для укладання каната і паз для клинового кріплення кінця каната. Рівномірне укладання каната забезпечується притискними роликами на пружинах.

Правий барабан (рис. 4.35, а) може розгальмовуватися з кабіни педаллю. Але користуватися розгальмуванням барабана для опускання вантажу не дозволяється. Такий спосіб роботи застосовується тільки у грейферному режимі роботи.

Для підймання вантажу можна користуватися як одним, так і двома барабанами. У другому випадку швидкість підймання буде у два рази вищою, але користуватися високою швидкістю підймання для роботи з великогабаритними вантажами і вантажами масою понад 10 т не дозволяється.

4.6.4. Механізм зміни вильоту стріли

Кран КДЭ-161 для підймання стріли має самостійний механізм з приводом від електродвигуна (рис. 4.36).

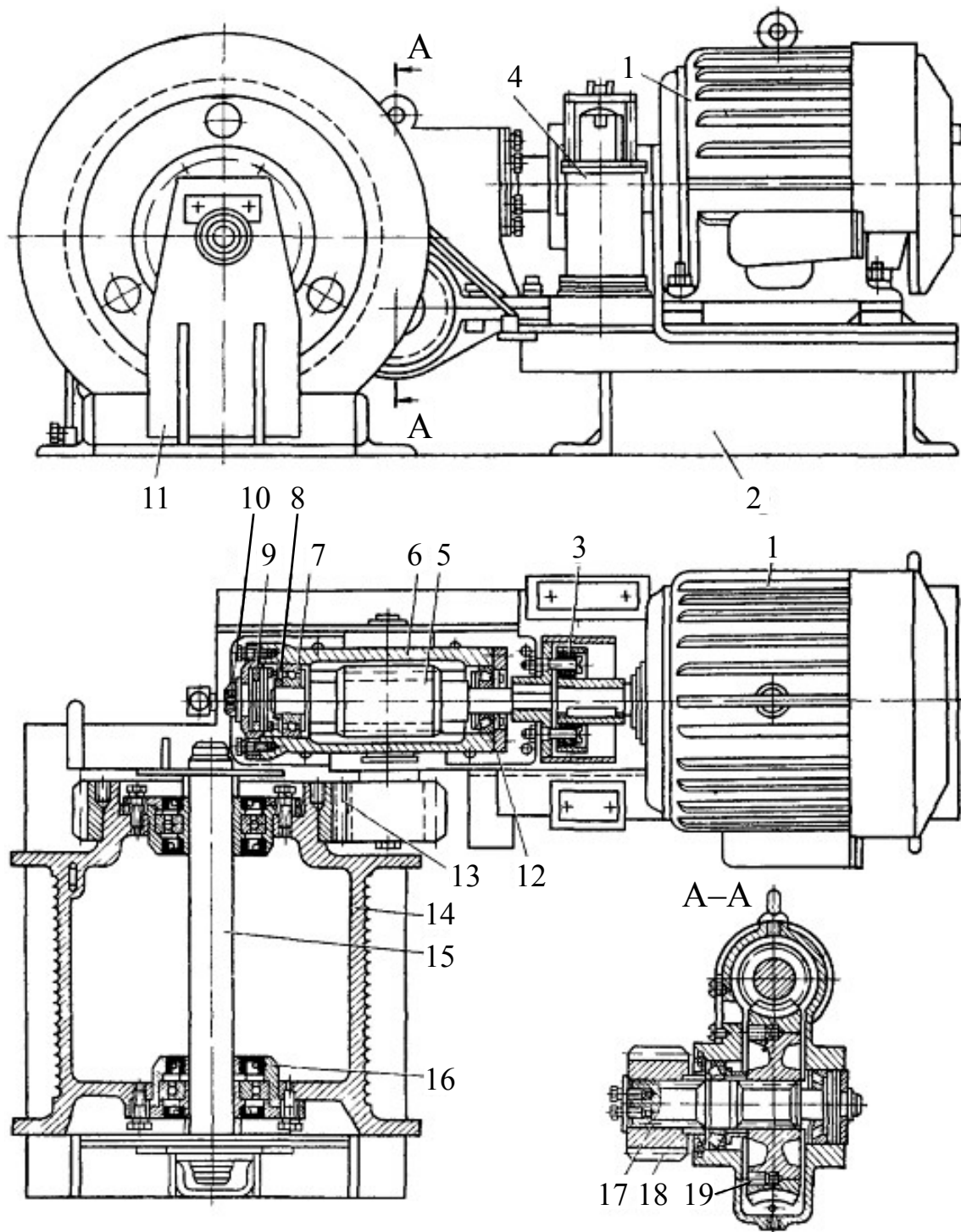


Рис. 4.36. Схема механізму зміни вильоту стріли крана КДЭ-161:
 1 – електродвигун; 2 – рама; 3 – пальцева муфта; 4 – гальмо;
 5 – черв'як; 6 – редуктор; 7, 8 – підшипники; 9 – натискна шайба;
 10 – гвинт; 11 – кронштейн; 12 – упорний підшипник;
 13 – зубчаста передача; 14 – барабан; 15 – вісь; 16 – стакан;
 17 – шліцьовий вал; 18 – зубчасте колесо; 19 – черв'ячне колесо

На вал електродвигуна 1 посаджена на шпонці пальцева напівмуфта, на подовженій маточині якої закріплений гальмовий шків, що обхоплюється колодками гальма з електрогідроштовхачем. До напівмуфти впритул прилягає напівмуфта черв'яка. Муфта 3, яка передає рух від двигуна до черв'яка, допускає в незначних межах відхилення від співвісності валів. Черв'як 5 є однозахідним, верхнього розташування, розміщений у корпусі редуктора 6 і спирається з одного боку на конічний роликпідшипник 12, а з іншого – на радіальний шарикопідшипник 7 у поєднанні з упорним шарикопідшипником 8, який сприймає поздовжні зусилля.

Установлення підшипників регулюють за допомогою гвинта, який упирається в торцеву шайбу 9. Черв'як 5 знаходиться в зачепленні з черв'ячним колесом, яке складається з бронзового обода, посадженого на сталеву маточину. Черв'ячне колесо своєю маточиною закріплене на шліцах вала, який розміщений у корпусі редуктора 6 в площині його розніму. Вал спирається на два конічні роликпідшипники. Установлення цих підшипників також регулюють за допомогою гвинта.

Нижня частина корпусу редуктора утворює масляну ванну, у яку занурюється обід черв'ячного колеса. На вихідному кінці вала черв'яка на шліцах посаджена шестерня, що знаходиться в постійному зачепленні з зубчастим вінцем, напресованим на шийку барабана. В обидві маточини барабана вставлені стакани 16, усередині яких розміщені шарикопідшипники. Внутрішні обойми підшипників посаджені на втулки, встановлені з напруженою посадкою на нерухому вісь, яка закріплена в кронштейнах рами. З торців стакани закриті кришками та прикріплені болтами до маточин барабана. З метою запобігання потраплянню пилу, забруднень і витіканню оливи по обидва боки кожного підшипника встановлені типові гумові ущільнення.

Для запобігання поздовжньому переміщенню барабан укріплений кільцями.

На робочій поверхні барабана виконана нарізка для укладання каната, який прикріплюється до барабана двома притискними планками. Із вмиканням електродвигуна звільняється гальмовий шків, крутний момент через зубчасту муфту, черв'ячний редуктор і дві циліндричні шестерні

передається на барабан. З вимкненням електродвигуна електрогальмо негайно замикається, зупиняючи механізм. Зміна напрямку обертання барабана досягається за рахунок реверсу електродвигуна.

У механізмі зміни вильоту стріли крана КЖ-561 використаний циліндричний редуктор (рис. 4.37).

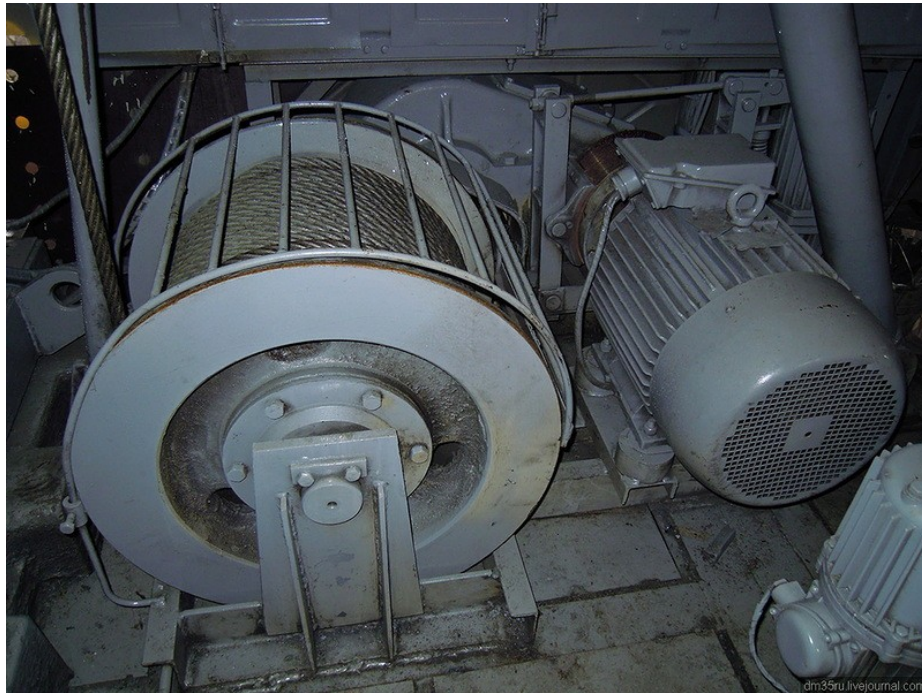


Рис. 4.37. Механізм зміни вильоту стріли крана КЖ- 561

Контрольні питання

1. Чим відрізняється кран КДЭ-253 від КДЭ-161 та КДЭ-163?
2. Чим відрізняються крани КЖДЭ-16 і КЖДЭ-25 від КДЭ-163 та КДЭ-253?
3. Чим відрізняються крани серії КЖ і від КЖДЭ та чим додатково вони можуть укомплектовуватись?
4. З яких основних вузлів складається ходова платформа крана КДЭ-163?
5. Для чого потрібен аутригер і з яких основних елементів він складається?
6. Для чого призначений вимикач ресор на крані та з яких основних елементів він складається?

7. Які основні елементи містить гальмове обладнання ходової платформи крана і для чого вони призначені?
8. Які органи керування і прилади безпеки розміщені в кабіні машиніста крана?
9. Опишіть конструкцію стріли крана серії КЖ.
10. З яких основних елементів складається механізм пересування крана КДЭ-161?
11. Опишіть конструкцію механізму повороту крана КДЭ-161.
12. Як працює відцентрова муфта в механізмі повороту крана КДЭ-161?
13. Опишіть конструкцію механізму підймання крана КДЭ-161.
14. Опишіть конструкцію механізму зміни вильоту стріли крана КДЭ-161.

5. КРАНИ ТИПУ ЕДК

5.1. Призначення та загальна будова кранів типу ЕДК

Дизель-електричні крани типу ЕДК (виготівник – комбінат ТАКРАФ, м. Лейпциг, Німеччина) призначені для вантажно-розвантажувальних робіт з важкими штучними вантажами, будівельно-монтажних робіт, наприклад для монтажу прогінних будов залізничних мостів і шляхопроводів (рис. 5.1), а також для використання як мобільних засобів великої вантажопідйомності під час аварійно-відновлювальних робіт на залізничному транспорті (рис. 5.2) [23].



Рис. 5.1. Крани ЕДК-2000 (ліворуч) і ЕДК-500 (праворуч) на будівельно-монтажних роботах

Крани ЕДК входять до складу *відновлювальних потягів* – спеціальних формувань, призначених для ліквідації наслідків сходу з рейок рухомого складу, а також надання допомоги в межах своїх тактико-технічних можливостей під час ліквідації наслідків надзвичайних подій природного і техногенного характеру (рис. 5.3).



Рис. 5.2. Кран ЕДК-2000 на аварійно-відновлювальних роботах

Кран типу ЕДК (рис. 5.4, 5.5) складається з двох основних частин: неповоротної (ходової) і поворотної. На ходовій частині крана розташовуються нижня частина опорно-поворотного пристрою, ходова рама з аутригерами і ходовими візками, гальмова система, автозчеп і механізм пересування крана (самоходу).

На поворотній частині крана, що має опорну раму, встановлені механізми підймання вантажу (основний і допоміжний), зміни вильоту стріли, повороту (основний і допоміжний), висування консолей. Також на цій частині крана розташовуються верхня частина опорно-поворотного пристрою (дивись рис. 2.2), дизель-електрична установка, кабіна керування з апаратним відділенням і стріла з поліспастом і порталом.

У паспортах кранів типу ЕДК наводиться повна технічна характеристика, у тому числі і вантажні характеристики, що показують залежність вантажопідйомності від вильоту стріли, кількості противаг і установа крана.

У наступних підрозділах наведені технічні характеристики кранів ЕДК.

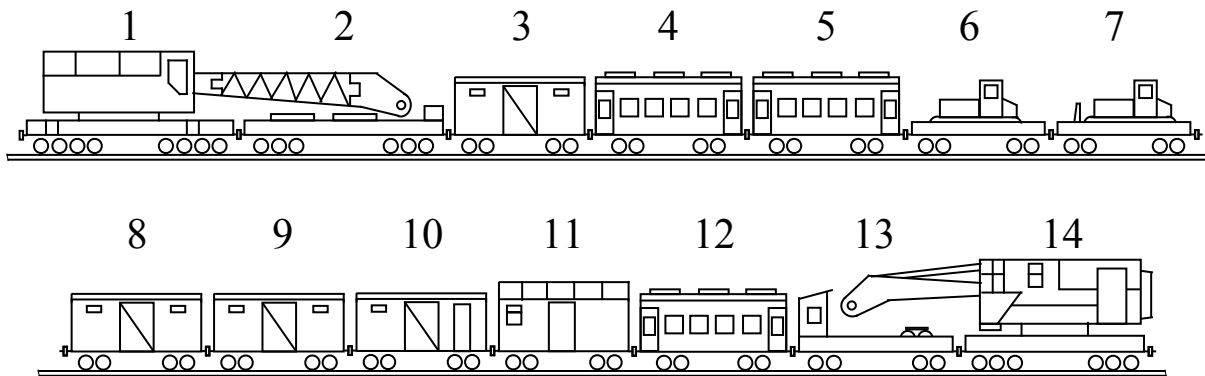


Рис. 5.3. Схема формування відновлювального потяга:
 1 – кран на залізничному ході вантажопідйомністю 125, 150 або 250 т (наприклад, ЕДК-1000/2); 2 – підстрілова платформа з противагами; 3 – такелажний критий вагон; 4 – вагон ЦМВ (ціліснометалевий вагон) для кранових бригад і додаткової робочої сили, зберігання інвентарного та захисного одягу; 5 – ЦМВ-їдальня; 6 – платформа для тягача на базі гусеничного трактора; 7 – платформа для гусеничного трактора, у тому числі з бульдозерним або бульдозерно-розпушувальним обладнанням; 8 – вагон гідравлічного обладнання; 9 – вагон колійного обладнання; 10 – вагон-електростанція; 11 – вагон-гараж для тягової техніки, обладнаний трапами з електричним і ручним приводом лебідок на опускання та підймання трапів; 12 – ЦМВ, обладнаний під штабний вагон із санітарним відсіком; 13 – платформа підстрілова; 14 – кран на залізничному ході вантажопідйомністю 50, 60 або 80 т (наприклад, ЕДК-300/2)

5.2. Кран ЕДК-300/2

Кран ЕДК-300/2 (рис. 5.5–5.7, табл. 5.1) має один механізм підймання і спирається на два двовісні ходові візки.

Ці крани, що мають вантажопідйомність 60 т на вильоті стріли 5,5 м, широко застосовують для ліквідації наслідків сходів рухомого складу, вони відрізняються високою маневреністю. У робочому положенні кран встановлюється на 4 додаткові опори (рис. 5.7), на поворотну частину крана навішується противага.

Для транспортування крана потрібна додаткова чотиривісна залізнична платформа, на яку укладаються вантажопідіймний гак і опора для стріли.

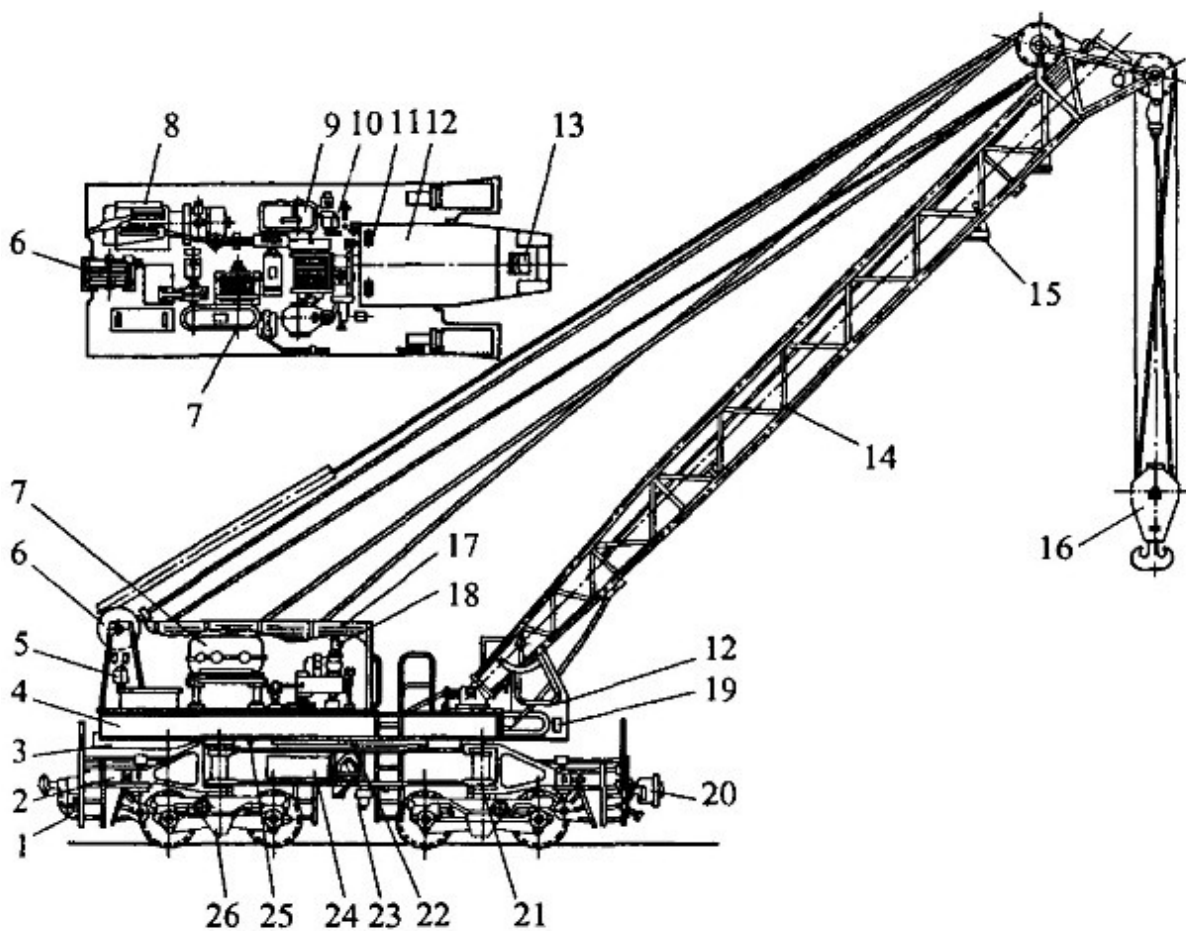


Рис. 5.4. Розташування вузлів і механізмів на крані ЕДК-300/2:

- 1 – пневматичне гальмо системи Матросова; 2 – рама підкранової платформи; 3 – механізм підймання противаги;
- 4 – рама корпусу крана; 5 – електрообладнання крана;
- 6 – блок; 7 – механізм зміни вильоту стріли; 8 – силове відділення; 9 – механізм підймання; 10 – пневматичне гальмо;
- 11 – електрообладнання кабіни; 12 – кабіна керування;
- 13 – внутрішнє оснащення кабіни; 14 – стріла;
- 15 – електрообладнання стріли; 16 – обойма гака; 17 – кузов;
- 18 – механізм повороту; 19 – електрообладнання кабіни;
- 20 – зчіпний пристрій; 21 – шворнева система;
- 22 – обмежувач кута повороту; 23 – електрообладнання підкранової платформи; 24 – гідросистема;
- 25 – стопорний пристрій; 26 – ходовий візок



Рис. 5.5. Кран ЕДК-300/2



Рис. 5.6. У кабіні керування крана ЕДК-300/2

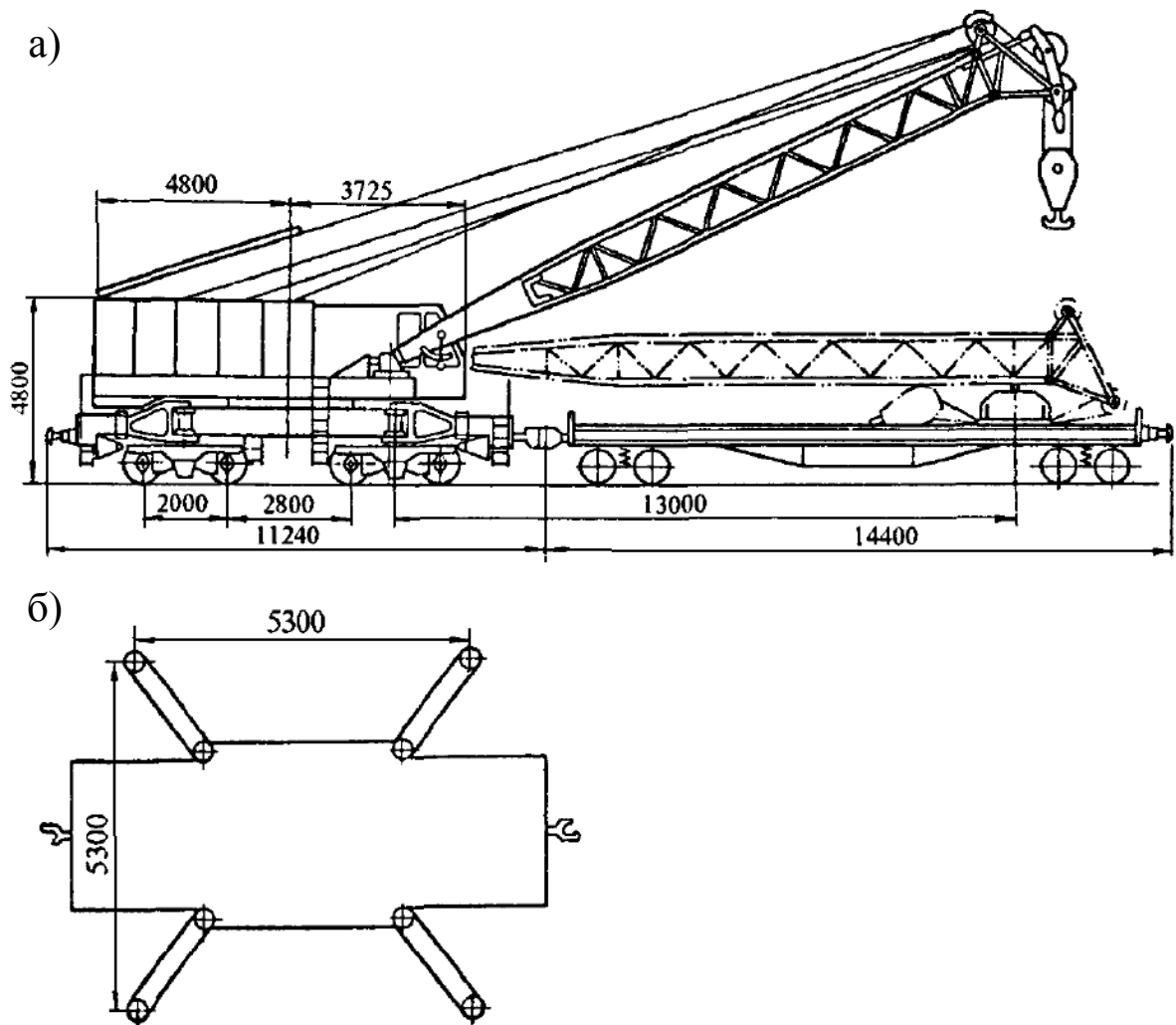


Рис. 5.7. Кран ЕДК-300/2: а – основні розміри; б – схема встановлення на опорах

Таблиця 5.1

Технічні характеристики крана ЕДК-300/2

Параметр	Значення параметра
1	2
Вантажопідйомність, т:	
• максимальна	60
• мінімальна	8
Виліт стріли, м:	
• максимальний	17
• мінімальний	5,5
Швидкість підймання вантажу, м/хв:	
• до 10 т	15
• до 60 т	3

Продовження табл. 5.1

1	2
Максимальна висота підймання гака (над рівнем головок рейок), м:	
• на мінімальному вильоті	15
• на максимальному вильоті	5
Частота обертання поворотної частини, об/хв	1
Час зміни вильоту стріли від мінімального до максимального, хв	3,75
Довжина по осях автозчепів, мм	
Максимальна швидкість прямування крана у складі потяга, км/год	100
Мінімальний радіус проходження кривих (у складі потяга), м	120
Власна маса, т	84
Максимальна швидкість вітру, при якій може працювати кран, м/с	18

5.3. Кран ЕДК-500

Кран ЕДК-500 (рис. 5.8, 5.9, табл. 5.2) має один механізм підймання і спирається на два тривісні ходові візки. *Противага* в транспортному режимі знаходиться на ходовій рамі, а для роботи навішується на поворотну частину крана за допомогою штоків гідравлічних опор.

Кран ЕДК-500 має вантажопідйомність 80 т на вильоті стріли 6,25 м. Для транспортування крана в складі потяга потрібні дві чотиривісні платформи або одна з довгою базою. На платформах кріпиться пристрій для укладання вантажопідйомного гака та кінця стріли. На поворотній частині крана під кабіною розміщується *противага*, що навішується на поворотну частину крана за допомогою штоків гідравлічних опор, керування якими здійснюється з пульта, розташованого в ходовій частині крана. Всі робочі позиції перемикань крана виконуються з кабіни машиніста.



Рис. 5.8. Кран ЕДК-500

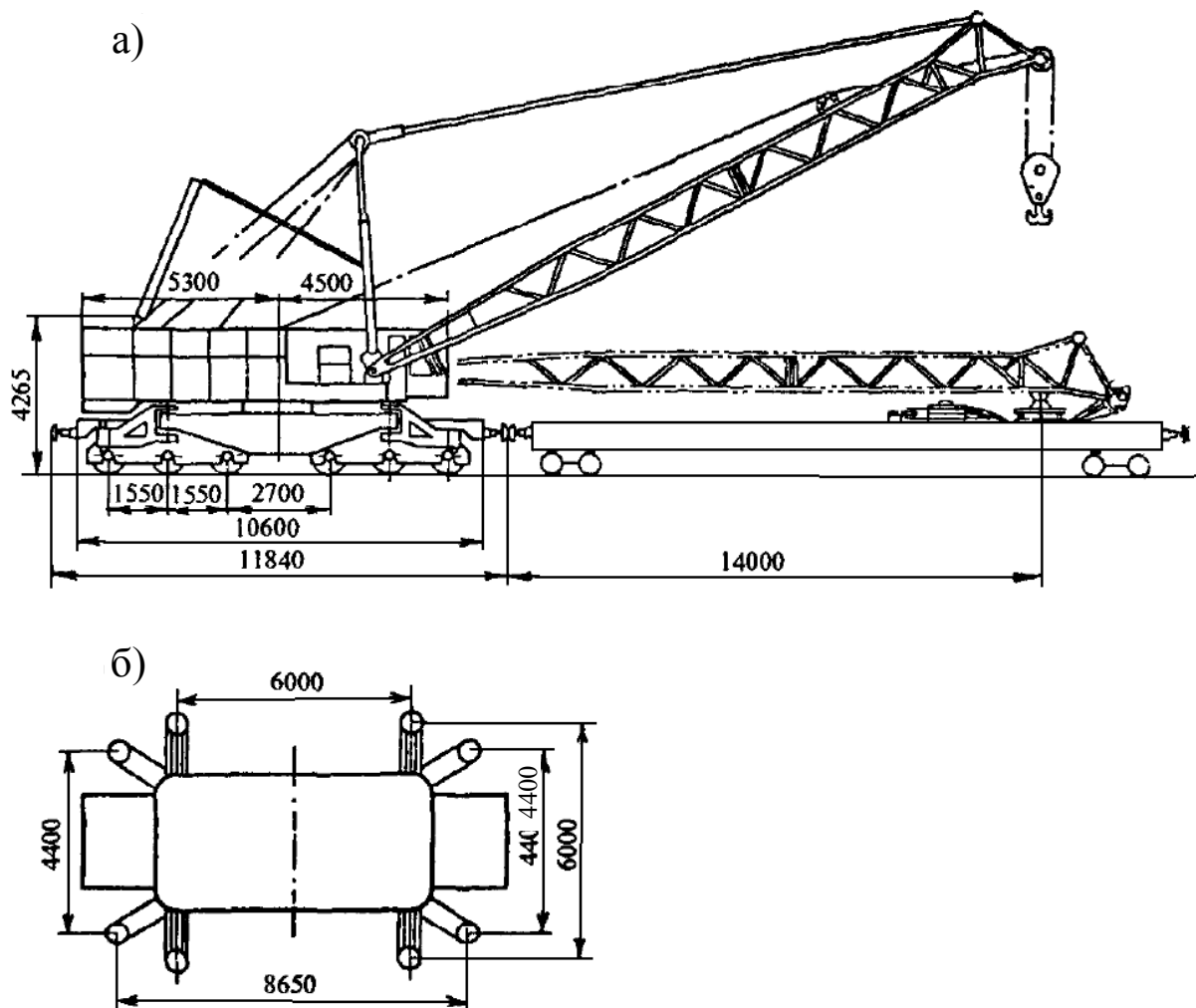


Рис. 5.9. Кран ЕДК-500:
а – основні розміри; б – схема встановлення на опорах

Таблиця 5.2

Технічні характеристики крана ЕДК-500

Параметр	Значення параметра
Вантажопідйомність, т: • максимальна • мінімальна	80 13
Виліт стріли, м: • максимальний • мінімальний	21 6,25
Швидкість підймання вантажу, м/хв: • до 20 т • до 40 т • до 80 т	12 6 3
Максимальна висота підймання гака (над рівнем головок рейок), м:	17,5
Частота обертання поворотної частини, об/хв	1
Час зміни вильоту стріли від мінімального до максимального, хв	3
Довжина по осях автозчепів, мм	11840
Максимальна швидкість прямування крана у складі потяга, км/год	100
Мінімальний радіус проходження кривих (у складі потяга), м	120
Максимальне навантаження на опору, кН	1250
Власна маса, т	125
Максимальна швидкість вітру, при якій може працювати кран, м/с	18

5.4. Кран ЕДК-1000

Кран є найбільш поширеним серед кранів типу ЕДК і випускався в модифікації ЕДК-1000/2 (рис. 5.10), а пізніше – ЕДК-1000/4 (рис. 5.11, табл. 5.3). Кран має головний і допоміжний механізми підймання та спирається на два чотиривісні ходові візки. Кран ЕДК-1000/2 оснащений двома *противагами*, а кран ЕДК-1000/4 – однією, але з двома позиціями навішування.

З кранами ЕДК-1000 виробник постачає підстрілову (проти-вагову) восьмивісну платформу для укладання стріли і противаг.



Рис. 5.10. Кран ЕДК-1000/2



Рис. 5.11. Кран ЕДК-1000/4

Таблиця 5.3

Технічні характеристики кранів серії ЕДК-1000

Параметр	Значення параметра	
	ЕДК-1000/2	ЕДК-1000/4
Вантажопідйомність на головному гаку, т	125	125
Вантажопідйомність на допоміжному гаку, т	25	25
Виліт стріли головного гака, м:		
• максимальний	25	26
• мінімальний	7	7
Виліт стріли допоміжного гака, м:		
• максимальний	28,3	30
• мінімальний	8,3	8,2
Швидкість підймання вантажу, м/хв:		
• головним гаком до 40 т	4	5,6
• головним гаком понад 40 т	2	2,8
• допоміжним гаком	12,5	14,7
Частота обертання поворотної частини, об/хв:		
• основного повороту	0,5	0,6
• мікроповороту	0,05	0,05
Час зміни вильоту стріли від мінімального до максимального, хв	3,5	4,1
Довжина по осях автозчепів, мм	17440	17760
Довжина підстрілової платформи, мм	24420	24400
Максимальна швидкість прямування крана у складі потяга, км/год	100	120
Мінімальний радіус проходження кривих (у складі потяга), м	120	120
Максимальне навантаження на опору, кН	1500	1500
Власна маса, т:		
• без противаг	159	158
• з противагами	211	200
Максимальна швидкість вітру, при якій може працювати кран, м/с	21	18,2

Платформа оснащена дизель-електричною установкою (додаткове автономне джерело електроенергії) і є самохідною.

Усі робочі позиції перемикачів кранів виконуються з кабіни машиніста, що знаходиться спереду поворотної частини крана. Керування гідроприводом навішування противаг і аутригерів здійснюється з пульта ходової платформи.

Для приведення кранів ЕДК-1000 у робоче положення їх установлюють на 4 додаткові внутрішні та 4 виносні опори (рис. 5.12).

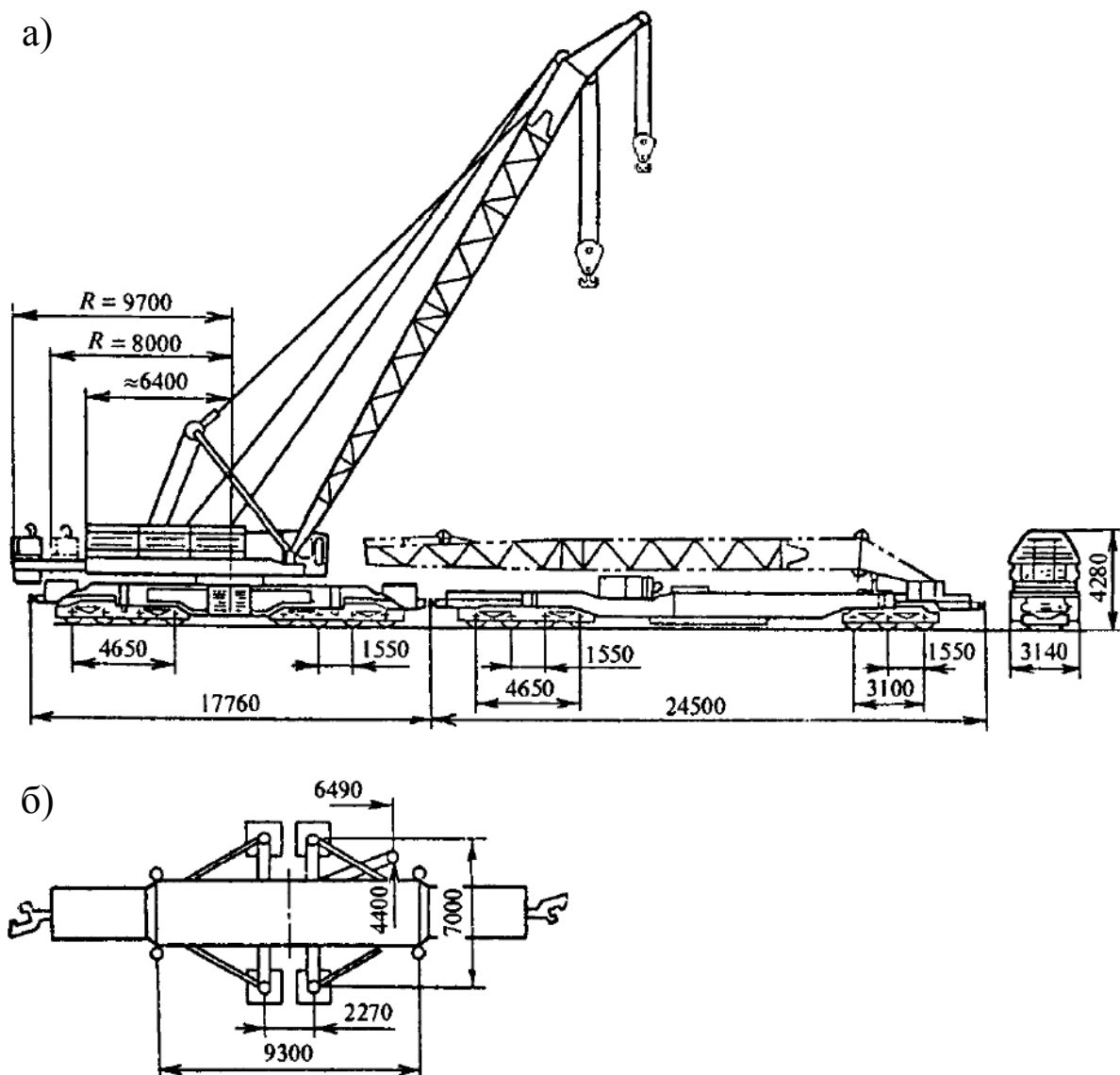


Рис. 5.12. Кран ЕДК-1000/4:
а – основні розміри; б – схема встановлення на опорах

На ЕДК-1000/2 за допомогою головного гака з підстрілової платформи спочатку піднімають противагу, що знаходиться далі від крана, і встановлюють на ходову раму крана, а потім ті самі операції здійснюють з другою противагою. Далі поворотну частину крана розвертають на 180° і навішують обидві противаги на консолі.

5.5. Кран ЕДК-2000

Кран ЕДК-2000 (рис. 5.13, 5.14, табл. 5.4), як і ЕДК-1000, має головний і допоміжний механізми підймання і оснащується підстріловою восьмивісною платформою з дизель-електричною установкою (рис. 5.15). Кран спирається на два чотиривісні ходові візки.



Рис. 5.13. Кран ЕДК-2000 у транспортному положенні

У транспортному положенні стріла опирається на спеціальні плити, закріплені на стріловій платформі. Під час руху і подолання кривих нижня (коренева) частина стріли плавно переміщується на плитах. Між стрілою і платформою

встановлений вирівнювальний буферний механізм, верхня частина якого ковзає по плиті та бере навантаження на себе.



Рис. 5.14. Кран ЕДК-2000 під час роботи



Рис. 5.15. Підстрілова платформа крана ЕДК-2000

Таблиця 5.4

Технічні характеристики крана ЕДК-2000

Параметр	Значення параметра
Вантажопідйомність на головному гаку, т	
• без противаги	105
• з однією противагою	210
• з двома противагами	250
Вантажопідйомність на допоміжному гаку, т	
• без противаги	85
• з однією противагою	90
• з двома противагами	90
Виліт стріли головного гака, м:	
• максимальний	19
• мінімальний	8
Виліт стріли допоміжного гака, м:	
• максимальний	23
• мінімальний	9,5
Швидкість підймання вантажу, м/хв:	
• головним гаком до 100 т	2,4
• головним гаком понад 100 т	1,1
• допоміжним гаком до 45 т	8,75
• допоміжним гаком понад 45 т	4,37
Час зміни вильоту стріли від мінімального до максимального, хв	4,1
Довжина по осях автозчепів, мм	15220
Довжина підстрілової платформи, мм	24300
Максимальна швидкість прямування крана у складі потяга, км/год	100
Мінімальний радіус проходження кривих, м	120
Максимальне навантаження на опорі, кН	2700
Власна маса, т:	
• без противаг	180
• з двома противагами	260
Максимальна швидкість вітру, при якій може працювати кран на опорах, м/с	21,5

Кран ЕДК-2000 має вантажопідйомність 250 т на вильоті 8 м, що дає можливість піднімати рухомий склад. Кран обладнаний механізмом плавного підймання вантажу.

Для приведення крана в робоче положення їх установлюють на 4 додаткові внутрішні та 4 виносні опори (рис. 5.16). Ззаду поворотної частини крана встановлена висувна консоль, на яку за допомогою спеціального пристрою установлюються противаги. Керування гідроприводом навішування противаг і виносних опор здійснюється з пульта ходової платформи крана.

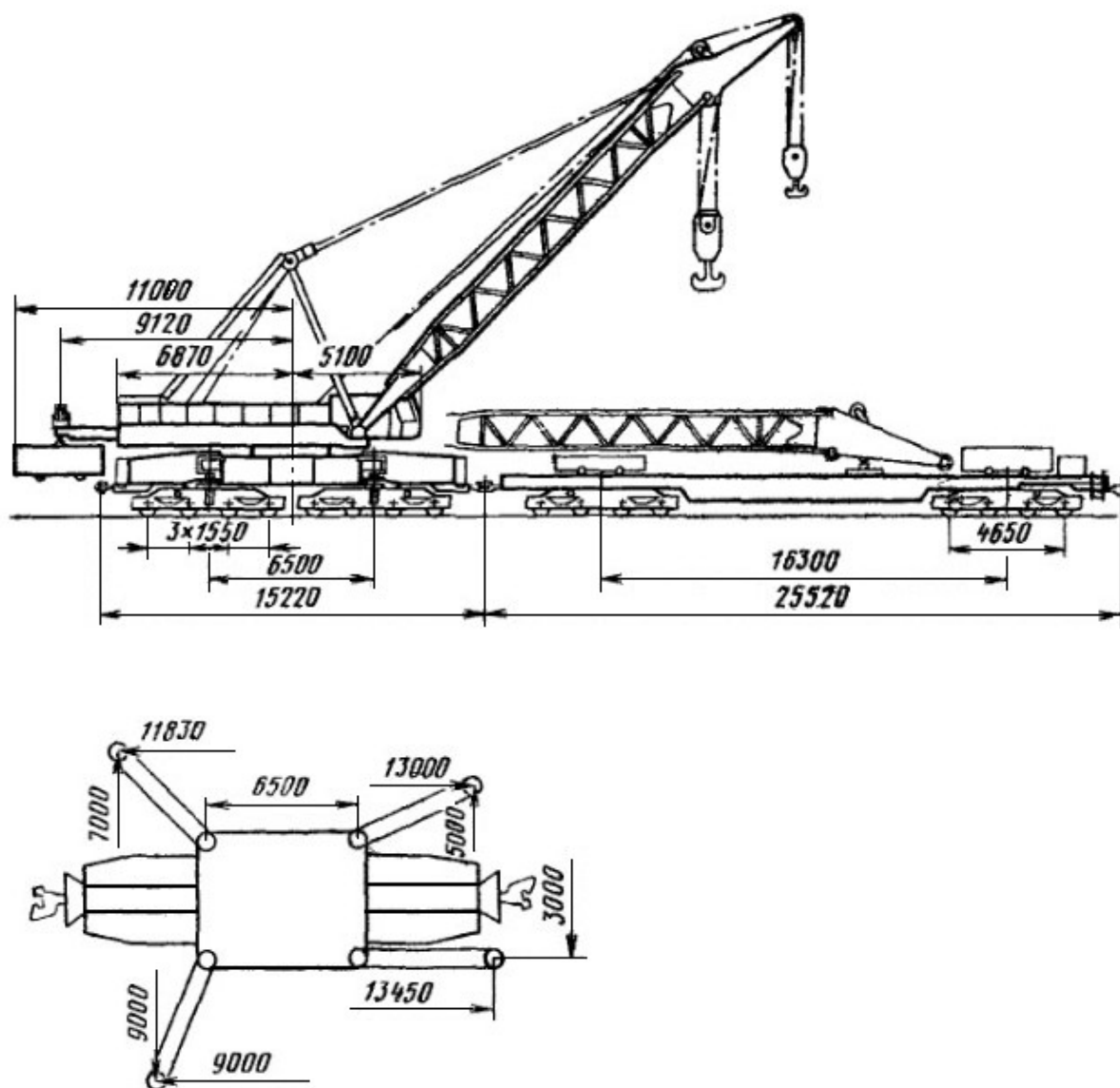


Рис. 5.16. Кран ЕДК-2000:
 а – основні розміри; б – схема встановлення на опорах

Для керування краном і стабілізуючими опорами, які знаходяться під ходовою рамою, використовується пульт керування, що розташований усередині кабіни.

5.6. Ходова платформа та її обладнання

5.6.1. Конструкція ходової платформи

На ходову платформу опирається поворотна частина крана. Рама платформи є зварною конструкцією з листової сталі різної товщини. Рама має дві бічні поздовжні балки, до яких за допомогою вушок кріпляться кронштейни аутригерів. Кінці цих балок з'єднані двома поперечними балками з вікнами для встановлення автозчепів. У місцях розташування ходових візків встановлені поперечні шворневі балки. Крім того, по поздовжній осі розташована хребтова балка, яка з'єднана поперечинами з бічними балками.

По вертикальній осі крана (центральна колона) встановлений струмознімач (дивись рис. 3.21) для передачі електричної енергії від поворотної частини крана до ходової і навпаки (під час живлення від стороннього джерела). Силowe електрообладнання самоходу також отримує живлення через струмознімач. На платформі болтами кріпиться вінець опорно-поворотного пристрою (дивись рис. 2.2). У середній частині платформи розташовується пульт керування гідрообладнанням (рис. 5.17). На кінцевих поперечних балках кріпляться рейкові захоплювачі. Платформа обладнана гальмами системи Матросова (дивись рис. 5.24, 4.17).

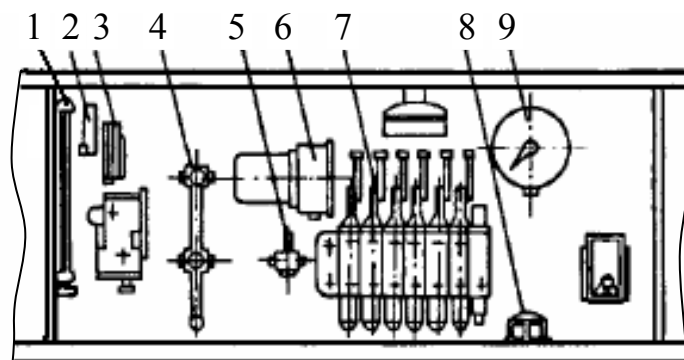


Рис. 5.17. Пульт керування гідрообладнанням крана ЕДК-300/2:

- 1 – показчик рівня оливи; 2 – поршневий насос;
- 3 – зворотний клапан; 4 – запірний вентиль;
- 5 – дросельний клапан; 6 – фільтр; 7 – розподільник;
- 8 – рівень; 9 – манометр

5.6.2. Виносні опори

Виносні опори (аутригери) призначені для розвантаження ходової частини крана і підвищення його стійкості завдяки збільшенню відстані від центра тяжіння крана до ребра перекидання (рис. 5.18, 5.19). Опори характеризуються базою, яка є координатами осей опорних гідроциліндрів (гідроопор) відносно осі колії, ходом штока опорних гідроциліндрів і способом устанавлення в транспортне і робоче положення.

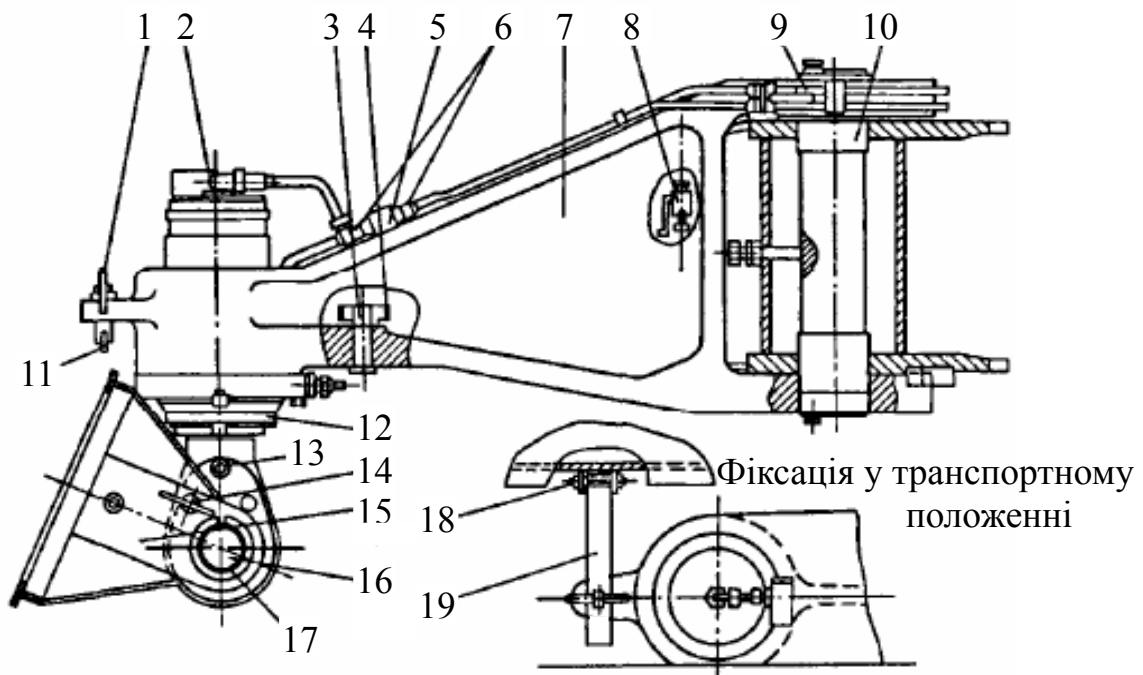


Рис. 5.18. Виносна опора крана ЕДК-300/2:

- 1 – шарнір; 2, 6 – гідроарматури; 3, 4, 9, 11, 14 – стопорні штирі;
5 – подвійний зворотний вентиль; 7 – опора; 8 – запірний вентиль; 10 – вісь опори; 12 – робочий гідроциліндр;
13 – стопорний отвір; 15 – піраміда; 16 – вісь опорної піраміди;
17 – стопорне кільце осі піраміди; 18 – валик поворотної пластини; 19 – поворотна пластина стопора

Аутригер – це масивний кронштейн певної форми, один кінець якого прикріплений шарнірно до ходової рами крана, а інший забезпечений опорним гідроциліндром (рис. 5.16, б). Кінець штока гідроциліндра забезпечений вушком або має сферичну поверхню для кращого контакту з пірамідою чи опорною плитою.

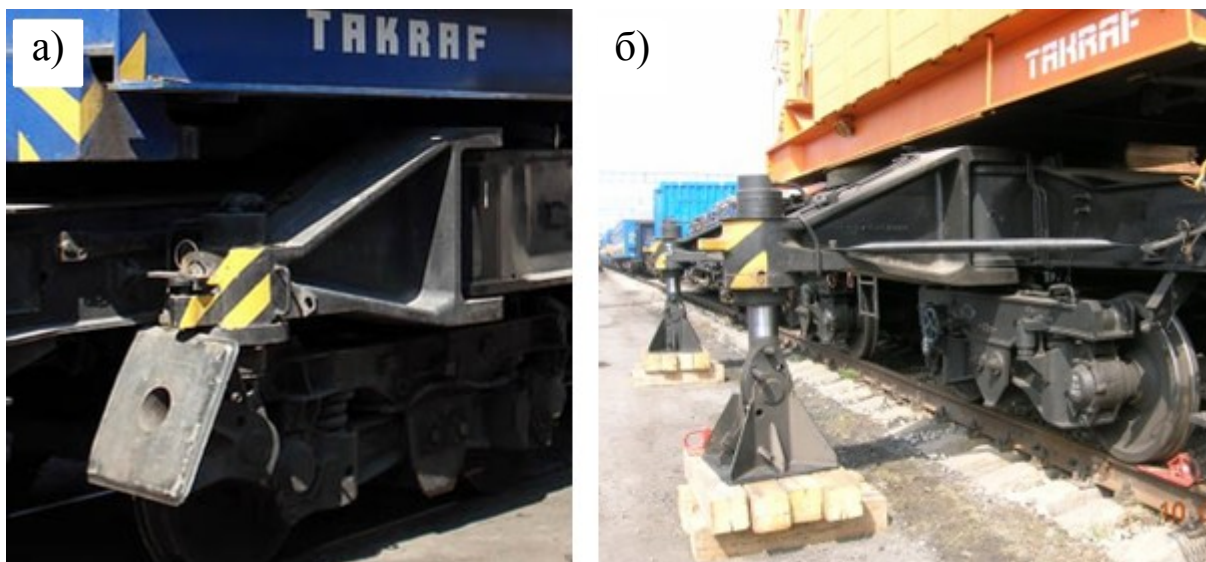


Рис. 5.19. Аутригери крана ЕДК-300/2:
а – у транспортному положенні; б – у робочому положенні

По поверхні аутригера проходять трубопроводи гідросистеми. Триходові гідравлічні крани відключають подачу оливи в транспортному положенні аутригерів. У цьому положенні вони розташовуються уздовж ходової платформи та надійно закріплюються. На кранах ЕДК-300 і ЕДК-500 за допомогою гідроциліндрів аутригерів навішують противаги на поворотну частину крана.

5.6.3. Ходові візки

Візки кранів серії ЕДК (рис. 5.20–5.22) містять раму з ходовим механізмом, гальмову систему, протиугінне гальмо та привод механізму пересування. Наприклад, рама крана ЕДК-1000/4 (рис. 5.20, б) має зварну конструкцію з листових балок і складається з двох поздовжніх балок з вирізами для осьових підшипників і поперечин, з'єднаних між собою коробчастою балкою.

Зусилля навантаження передається на візок через поворотний підп'ятник 8 (рис. 5.20, б), розташований у геометричному центрі візка. Ексцентричне кріплення візка до траверс здійснюється через несні пружини стискання, підвісні ресорні болти і вирівнювальний балансир на колісній парі. Повзуни, розташовані на рамі візка, забезпечують бічне спирання

на неї підкранової платформи.

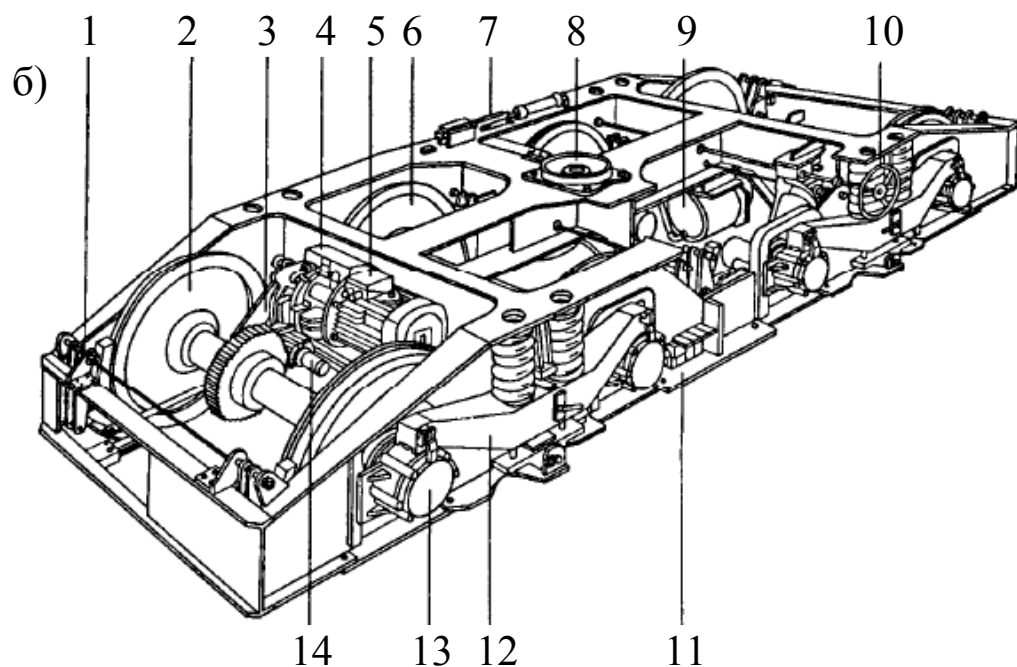


Рис. 5.20. Ходовий чотиривісний візок крана ЕДК-1000/4:

а – зовнішній вигляд; б – конструкція;

- 1 – гальмова важільна система; 2 – тягова колісна пара;
- 3 – редуктор; 4 – індукційна муфта; 5 – електродвигун;
- 6 – бігункова колісна пара; 7 – ковзун; 8 – поворотний підп’ятник;
- 9 – гальмовий циліндр; 10 – протиугінне гальмо;
- 11 – рама поворотного візка; 12 – ходовий механізм;
- 13 – роликовий осьовий підшипник;
- 14 – відтискний пристрій для привода пересування



Рис. 5.21. Ходовий тривісний візок крана ЕДК-500



Рис. 5.22. Ходовий двовісний візок крана ЕДК-300/2

Розгальмування крана здійснюється за допомогою гальмової важільної системи 1, яка приводиться пневматичним гальмовим циліндром 9. Через цю ж важільну передачу діє і протиугінне гальмо 10.

Привод механізму пересування складається з редуктора 3, індукційної муфти 4 та електродвигуна 5, які спираються на раму. Індукційна муфта 4 з'єднує двигун з редуктором 3. На кінці веденої осі редуктора встановлена шестерня. За допомогою важільної передачі шестерня уводиться в зачеплення з зубчастим колесом, напесованим на тягову колісну пару 2. Під час

прямування крана у складі потяга шестерня виводиться з зачеплення.

Ходовий тривісний візок підстрілової самохідної платформи крана ЕДК- 1000/4 має конструкцію, подібну до візка цього крана (рис. 5.23).

5.6.4. Пневматична гальмова система

Для забезпечення гальмування під час самоходу або прямування у складі потяга крани типу ЕДК оснащені пневматичною системою (рис. 5.24, дивись рис. 4.17) [1].

Гальмування у складі потяга. Від компресора локомотива стиснуте повітря через з'єднувальний рукав 19, кінцевий кран 17, пиловловлювач 15, запірний (роз'єднувальний) кран 14 надходить до розподільника повітря вантажного типу 13 (умовний № 483-10) і через нього – у запасний резервуар 21 місткістю 200 л. Тиск повітря в гальмовій системі крана регулює машиніст локомотива. Таким чином, гальмова система крана заряджена і готова до роботи. Гальмові циліндри сполучені з атмосферою через повітророзподільник 13.

Машиніст локомотива знижує тиск у гальмовій системі локомотива і крана: при службовому гальмуванні – темпом від 0,01 до 0,04 МПа за 1 с; екстреному гальмуванні – темпом 0,08 МПа і більше за 1 с. Повітророзподільник 13 спрацьовує на гальмування і повітря з запасного резервуара 21 через повітророзподільник 13, подвійний зворотний клапан 12 надходить до гальмових циліндрів 20 через з'єднувальні рукави 19. Тиск повітря в гальмових циліндрах 20 залежить від ступеня розрядження гальмової системи (чим більше розрядження, тим більший тиск у гальмових циліндрах).

Відпускання. Машиніст локомотива підвищує тиск у гальмовій системі локомотива, а отже, і крана. Повітророзподільник 13 спрацьовує на відпускання та одночасно виконує дві функції:

- 1) заряджає свій запасний резервуар 21: стиснуте повітря через з'єднувальний рукав 19, кінцевий кран 17, пиловловлювач 15 і сам повітророзподільник 13 надходить до резервуара 21;

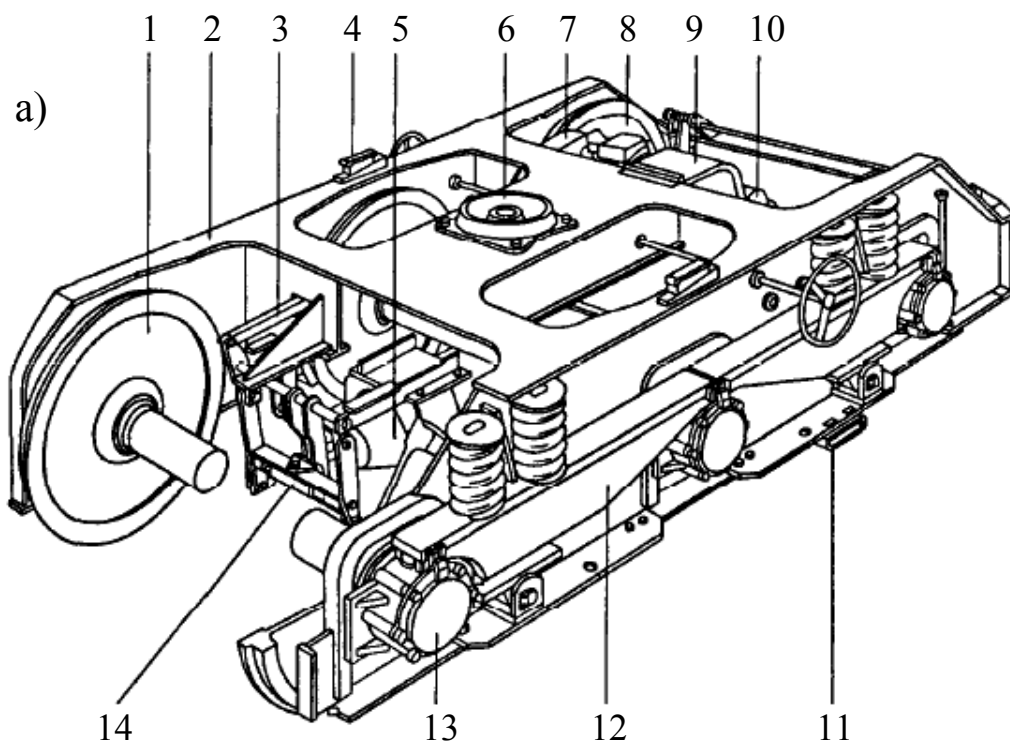


Рис. 5.23. Ходовий тривісний візок підстрілової самохідної платформи крана ЕДК-1000/4:

а – зовнішній вигляд; б – конструкція;

- 1 – бігункова колісна пара; 2 – рама поворотного візка;
 3 – протиугінне гальмо; 4 – ковзун; 5 – гальмовий циліндр;
 6 – поворотний підп'ятник; 7 – електродвигун; 8 – тягова колісна пара;
 9 – індукційна муфта; 10 – редуктор; 11 – відтискний пристрій для привода пересування; 12 – ходовий механізм;
 13 – роликовий осьовий підшипник; 14 – гальмова важільна система

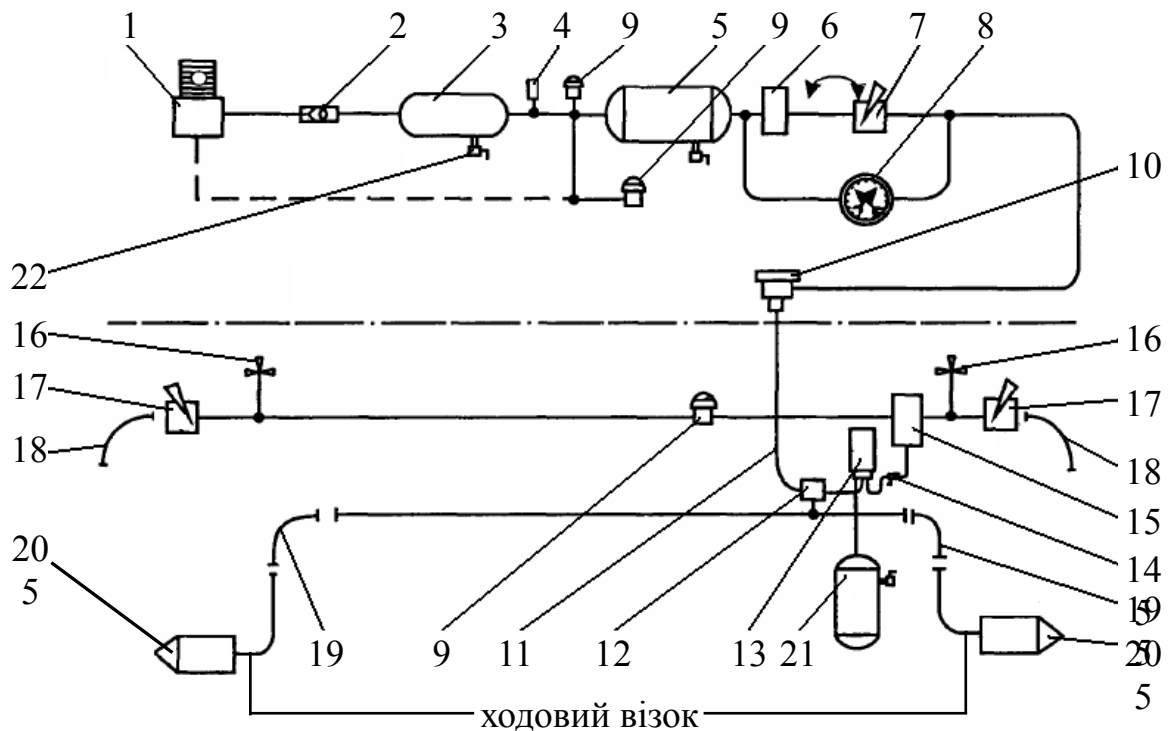


Рис. 5.24. Схема пневматичного гальмового пристрою крана ЕДК-1000:

- 1 – поршневий компресор; 2 – зворотний клапан;
- 3 – водооливодібрник; 4 – запобіжний клапан;
- 5 – головний повітряний резервуар; 6 – редуктор;
- 7 – гальмовий кран машиніста; 8 – подвійний манометр;
- 9 – реле тиску; 10 – ротор; 11 – повітропровід;
- 12 – подвійний зворотний клапан; 13 – повітророзподільник;
- 14 – роз'єднувальний кран; 15 – пиловловлювач;
- 16 – кран екстреного гальмування; 17 – кінцевий кран;
- 18 – гальмовий гумовий рукав; 19 – з'єднувальний рукав;
- 20 – гальмовий циліндр; 21 – запасний повітряний резервуар;
- 22 – випускний кран

2) сполучає гальмові циліндри 20 через себе з атмосферою: стиснуте повітря з гальмових циліндрів 20 через подвійний зворотний клапан 12 і повітророзподільник 13 виходить в атмосферу. Гальма відпущені, заряджені та готові до наступного гальмування.

Гальмування і відпускання під час самоходу (рис. 5.24).

Зарядження. Стиснуте повітря надходить від компресора 1 через зворотний клапан 2, водооливодбійник 3 в головний резервуар 5 (місткістю 100 л) через знижувальний редуктор 6, відрегульований на тиск 0,4 МПа, а від нього – до гальмового крана машиніста 7. Одночасно стиснуте повітря підходить до реле тиску 9, яке керує роботою компресора, а також до манометра 8.

Гальмування. Після устанавлення ручки крана машиніста 7 в гальмове положення повітря з головного резервуара 5 через редуктор 6, кран машиніста 7, ротор 10, подвійний зворотний клапан 12 подається в гальмові циліндри 20 через з'єднувальний рукав 19.

Відпускання. Після устанавлення ручки крана машиніста 7 у положення «відпускання» гальмові циліндри роз'єднуються з резервуаром 5 і сполучаються з атмосферою. Стиснуте повітря з гальмових циліндрів 20 через з'єднувальні рукави 19, подвійний зворотний клапан 12, ротор 10, кран машиніста 7 виходить в атмосферу.

Тиск повітря в гальмових циліндрах машиніст крана контролює за манометром 8.

5.7. Поворотна платформа та її обладнання

5.7.1. Рама поворотної платформи

Рама є основою, на якій розміщуються більшість основних вузлів крана, енергетична установка, механізми підймання, повороту, зміни вильоту стріли, пульти керування, опори стріли і порталу, противаги (під час роботи) і кузов з кабіною (рис. 5.25). Рама поворотної платформи є зварною суцільнометалевою конструкцією, у центральній частині якої розташоване верхнє опорне кільце, до якого кріпиться опорно-поворотний пристрій. У задній частині поворотної рами підвішені противаги. На кранах ЕДК-300 і ЕДК-500 вони підвішені під силовою установкою, а на кранах ЕДК-1000 і ЕДК-2000 – кріпляться на висувних консолях. У передній частині розташована кабіна з органами керування (дивись рис. 5.6). Скління кабіни забезпечує видимість гака в усіх положеннях.

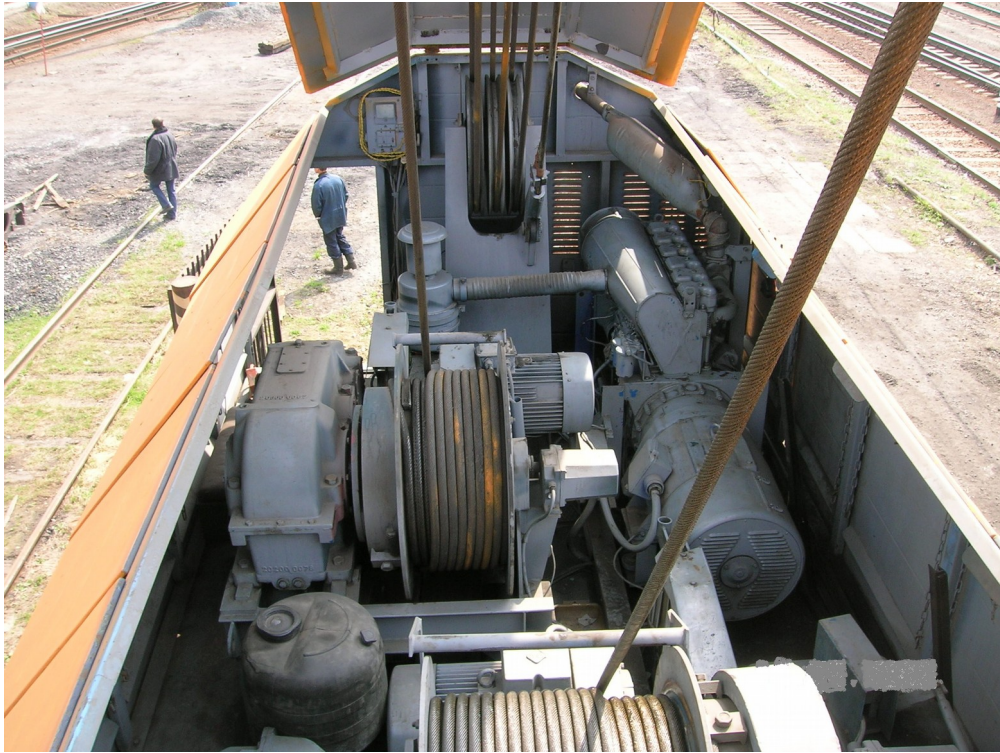


Рис. 5.25. Поворотна платформа крана ЕДК-300/2

5.7.2. Стріла

Стріли кранів типу ЕДК мають зварну трубчасту конструкцію. Вушка в нижній частині стріли з'єднують її з поворотною частиною крана за допомогою валиків. Останні вставляються в опори поворотної частини через вушка стріли та закріплюються стопорними планками. Стріли кранів у робочому положенні фіксуються автоматично установленням стопорних валиків між рухомою опорою стріли і рамою поворотної платформи. Так, у крана ЕДК-500 на основі стріли приварені дві планки з захоплювальним зубом 7 (рис. 5.26), а на рухомій опорі 3 уварений патрубок, у якому переміщується стопорний валик 8. Останній у верхній частині має дві цапфи, за які він піднімається зубом стріли в її транспортному положенні. З підйманням стріли планка з зубом 7 переміщується в нижнє положення, і стопорний валик 8 опускається в паз 5 поворотної рами крана. У транспортному положенні пересування стріли відносно поворотної частини крана відбувається внаслідок пересування опор крана в пазах 5 поворотної рами.

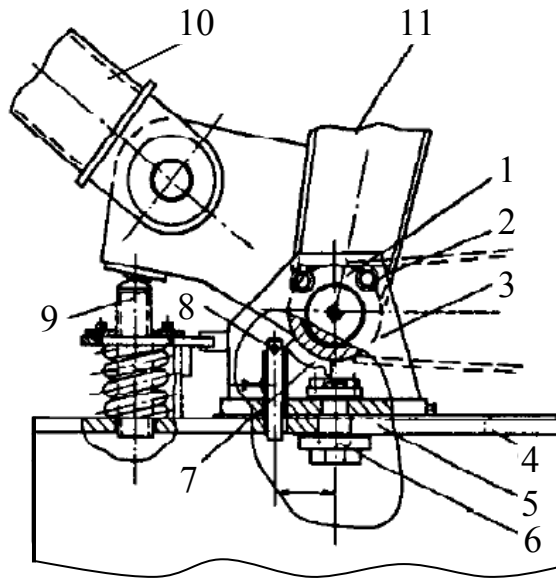


Рис. 5.26. Опора стріли крана ЕДК-500:

1 – стопорна планка валика кріплення стріли; 2 – утримувальні болти; 3 – рухома опора стріли; 4 – поворотна рама; 5 – паз у поворотній рамі; 6 – вузол кріплення опори в поворотній рамі; 7 – планка з зубом; 8 – фіксувальний валик з цапфами; 9 – обмежувальний упор; 10 – рама порталу; 11 – стріла в крайньому верхньому положенні

У кранів ЕДК-1000/2 разом із стрілою обертається сектор 7 з важелем 3 (рис. 5.27). Важіль 3 сектора 7 входить у проріз кронштейна, привареного на стрілі. У фігурному пазі сектора розташована цапфа стопорних валиків 4. З підняттям стріли важіль з сектором обертається разом із стрілою відносно опори, і п'яти сектора 7 натискають на цапфи валика 4. Валик 4 опускається вниз і фіксує рухома опору стріли з поворотною рамою крана. У транспортному положенні валики підняті вгору і опора може переміщатися в пазах поворотної рами.

У верхній частині стріли (рис. 5.28) розміщені нерухомі блоки вантажних поліспастів, пружинний апарат, сельсіндатчики ваги вантажу, відхильні блоки та ролики, напівблоки кріплення стріли. Кінець каната вантажної лебідки у кранів ЕДК-300 і ЕДК-500 кріпиться через клинову втулку

безпосередньо до пружинного апарату (динамометра), а у кранів ЕДК-1000 і ЕДК-2000 – через важільну систему.

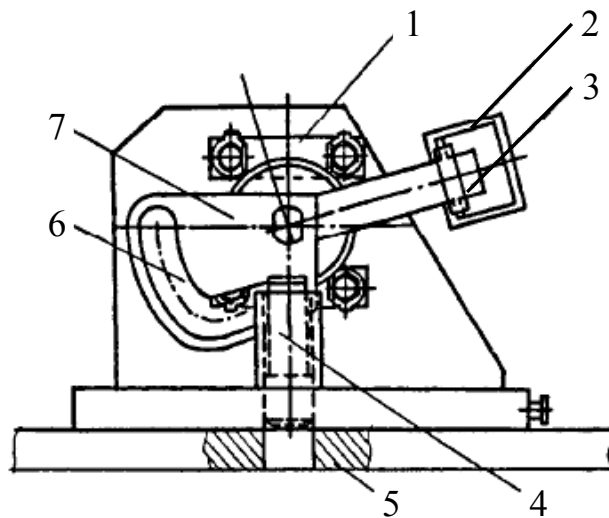


Рис. 5.27. Опора стріли крана ЕДК-1000/2:
1 – стопорна планка; 2 – кронштейн на стрілі; 3 – важіль;
4 – фіксувальний валик; 5 – поворотна рама;
6 – проріз у секторі; 7 – сектор



Рис. 5.28. Верхня частина стріли крана ЕДК- 2000

На лівому боці стріли встановлені маятниковий і сельсин-

давачі (дивись рис. 3.23) вильоту стріли.

У верхній частині стріли є п'ятники для укладання її на платформу, там же встановлені прожектори освітлення.

5.7.3. Портал

Портали кранів ЕДК (рис. 5.29) мають трубчасту конструкцію, нижня частина якої прикріплена через вушка до опор поворотної рами. У верхній частині порталу встановлюються рухомі блоки 3 стрілового поліспада, на осі яких розташовані вушка корпусу напівблоків 2 стрілової відтяжки. З укладанням стріли в транспортне положення на платформу (дивись рис. 5.13) обійма напівблоків спирається лижею на швелер у середній частині стріли, а ролик 1 підтримує канати стрілового поліспада.

5.7.4. Канатна система

Загальний опис елементів канатної системи наведений у підрозд. 2.3, тому обмежимося лише особливостями кранів типу ЕДК.

У відтяжці стріли кранів ЕДК (рис. 5.30, 5.31, б) застосовуються напівблоки (половини блоків, тобто сектори з кутом 180°), оскільки канати є нерухомими.

У головному і допоміжному механізмах підймання та в механізмі зміни вильоту стріли використовуються поліспасти (рис. 5.30, 5.31, а, в) і нарізні барабани з двошаровою навивкою (рис. 5.32).

На відміну від кранів, розглянутих у попередньому підрозділі, де гакові обійми (дивись рис. 2.6) оснащені однорогим гаком, на кранах типу ЕДК застосовуються дворогі гаки (рис. 5.30).

Як змінні вантажозахоплювальні органи, у тому числі під час роботи крана у складі відновлювального потяга, найчастіше використовуються канатні стропи з заплетеними петлями (дивись рис. 2.9, а).

5.7.5. Двигуни внутрішнього згоряння

Крани серії ЕДК оснащуються двигунами 6VD 14.5/12-1SRL і 12VD 14.5/12-1SVL (рис. 5.33). Символи в умовному позначенні типового ряду двигунів означають: 6, 12 – кількість циліндрів, V – чотиритактний, D – дизельний двигун; 14,5 – хід поршня, см; 12 – діаметр циліндра, см; 1 – позначення виконання; S – вісь циліндра відносно осі колінчастого вала розташована вертикально; R – розташування циліндрів під кутом; V – розташування циліндрів під кутом; R – розташування циліндрів під кутом; V – розташування циліндрів під кутом (табл. 5.5).

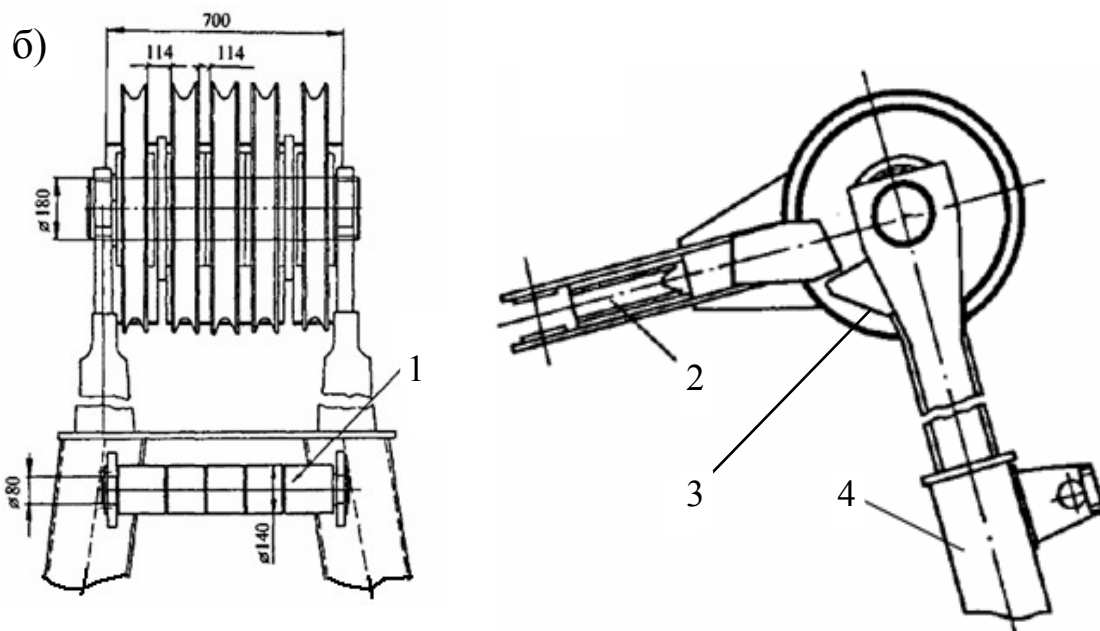


Рис. 5.29. Портал крана ЕДК-500:
 а – зовнішній вигляд; б – схема головної частини;
 1 – ролик; 2 – нерухомі напівблоки стрілової відтяжки;
 3 – рухомі блоки стрілового поліспада; 4 – рама порталу



К- 300/2:

1 – зміни вильоту стріли; 2 – підймання вантажу

Рис. 5.30. Канатна система крана ЕДК-1000/2:

1 – поліспаст головного механізму підймання; 2 – поліспаст допоміжного механізму підймання; 3 – відтяжка стріли;

4 – поліспаст механізму зміни вильоту стріли; 5 – портал;
6 – гакова обойма; 7 – стропи

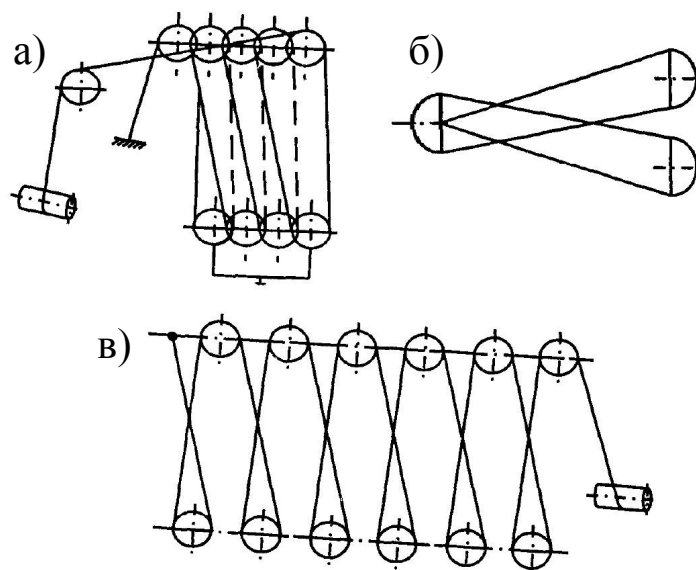


Рис. 5.31. Схеми запасування канатів:

а – в поліспасті механізму підймання; б – у відтяжці стріли;
в – у поліспасті механізму зміни вильоту стріли

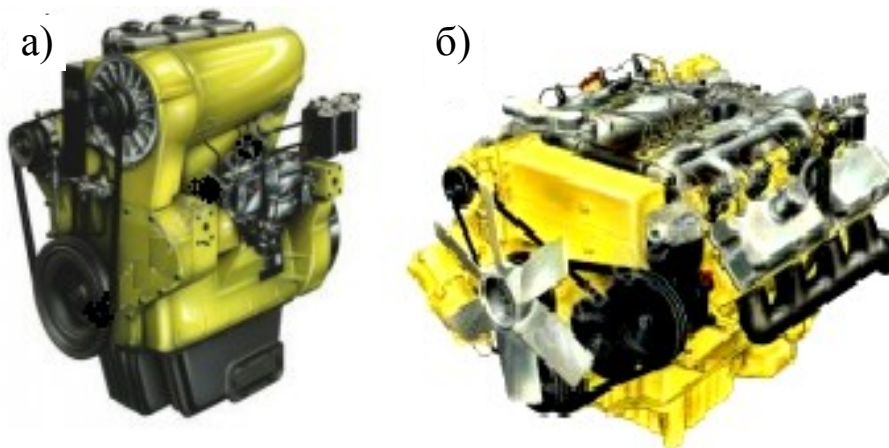


Рис. 5.33. Зовнішній вигляд дизельних двигунів:
а – 6VD 14.5/12-1SRL; б – 12VD 14.5/12-1SVL

Таблиця 5.5

Технічні характеристики дизельних двигунів

Параметр 1	Значення параметра для двигуна	
	6VD 2	12VD 3
	Потужність, к.с.	102
Хід поршня, мм	145	145
Діаметр циліндра, мм	120	120
Робочий об'єм циліндрів, л	9840	19680

Продовження табл. 5.5

1	2	3
Кількість і розташування циліндрів	6, вертикальне	12, V-подібне
Ступінь стискання	17:1	17:1
Питома витрата палива, г/(кВт·год)	190	190
Витрата оливи, г/(кВт·год)	від 2 до 3	від 2 до 5
Напрямок обертання колінчастого вала	вліво з боку маховика	
Маса складеного двигуна, кг	740	1500
Проміжок у клапанах на холодному двигуні, мм	0,3	
Порядок роботи циліндрів	1-5-3-6-2-4	1-8-5-10-3-7-6-11-2-9-4-12
Тиск спалаху, МПа	6,2	6,2

Частота обертання колінчастого вала, об/хв	1500	1500
Фази газорозподілу, град:		
• відкриття впускного клапана до ВМТ	15	18
• закриття впускного клапана після НМТ	39	42
• відкриття випускного клапана до НМТ	більше 44	більше 48
• закриття випускного клапана після ВМТ	6	11
• початок подавання палива до ВМТ	більше 20	більше 27
Тиск уприскування форсунки, МПа	18	
Паливний насос блоковий	шести-плунжерний	дванадцяти-плунжерний
Охолодження двигуна	повітряне	примусове
Система змащування	комбінована	
Тиск оливи в системі, МПа:		
• робоче мінімальне	0,4	0,4
• максимальне	0,6	0,6
Кількість оливи в двигуні, кг	15	40
Система запуску	електростартер	

Двигун 14.5/12-1SRL встановлювався на кранах ЕДК-300 і кранах ЕДК-1000 перших випусків, а дизель 12VD 14.5/12-1SVL – на кранах ЕДК-500, ЕДК-1000, ЕДК-2000.

5.8. Механізми кранів

5.8.1. Кінематичні схеми

Кінематичні схеми показують взаємодію елементів механізмів крана під час роботи (рис. 5.34 – 5.38).

Кінематичні схеми дають можливість уявити роботу механізму та прослідкувати процес передачі обертального моменту від електродвигуна до приводних вузлів.

5.8.2. Механізми крана ЕДК-1000/4

Кожен механізм крана (рис. 5.39–5.41) має індивідуальний привод від електродвигуна та містить пальцьову муфту, двоколодове гальмо з електрогідроштовхачем, редуктор, канатний барабан і прилади безпеки.

У приводі головного механізму підіймання вантажу (рис. 5.39) застосований конічно-циліндричний редуктор з перемиканням швидкостей, яке здійснюється машиністом з кабіни крана за відсутності вантажу на гаку.

З натисненням гальма подається живлення на електромагніт блокування, що знаходиться на корпусі редуктора. Електромагніт розблоковує важіль перемикання редуктора, разом з цим також відбувається розгальмування механізму підіймання внаслідок умикання електрогідроштовхача двоколодового гальма. Разом з блокувальним електромагнітом встановлений кінцевий вимикач (ВК), що знімає напругу керування з механізму підіймання у тому випадку, коли жодна зі швидкостей не увімкнена і електромагніт не заблокував важіль перемикання швидкостей.

Кран ЕДК-1000/4 має колодове гальмо на вантажному барабані, який під час перемикання швидкості розгальмовується і під дією ваги гака повертається, що забезпечує необхідний збіг зубів зачеплення. Це дає можливість ввімкнути одну зі швидкостей.

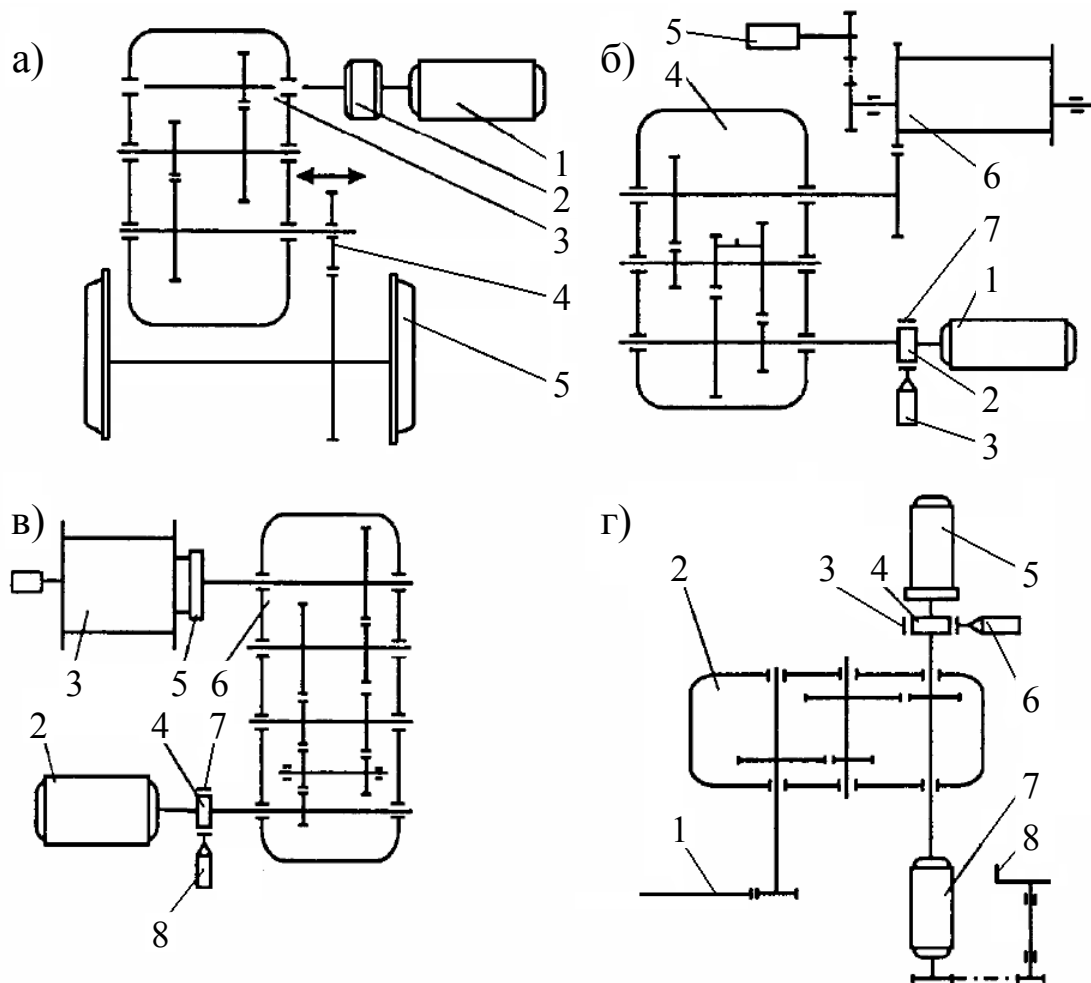


Рис. 5.34. Кінематичні схеми механізмів крана ЕДК-300/2:
 а – пересування: 1 – електродвигун; 2 – індукційна муфта;
 3 – двоступінчатий циліндричний редуктор; 4 – рухома шестерня
 відкритої передачі; 5 – колісна пара;
 б – підймання вантажу: 1 – електродвигун; 2 – пальцева муфта;
 3 – електрогідравлічний штовхач гальма; 4 – двоступінчатий
 двошвидкісний циліндричний редуктор; 5 – шпindelний
 кінцевий вимикач; 6 – барабан; 7 – двоколודкове гальмо;
 в – зміни вильоту стріли: 1 – шпindelний кінцевий вимикач;
 2 – електродвигун; 3 – барабан; 4 – пальцева муфта;
 5 – муфта канатного барабана; 6 – чотириступінчатий
 циліндричний редуктор; 7 – двоколודкове гальмо;
 8 – електрогідравлічний штовхач гальма;
 г – повороту: 1 – кульковий опорно-поворотний пристрій;
 2, 3 – двоколудкові гальма; 4 – дискова електромагнітна муфта;
 5 – дворедукторний електродвигун (мікроповорот);
 6 – електрогідроштовхач; 7 – електродвигун; 8 – ручний привод

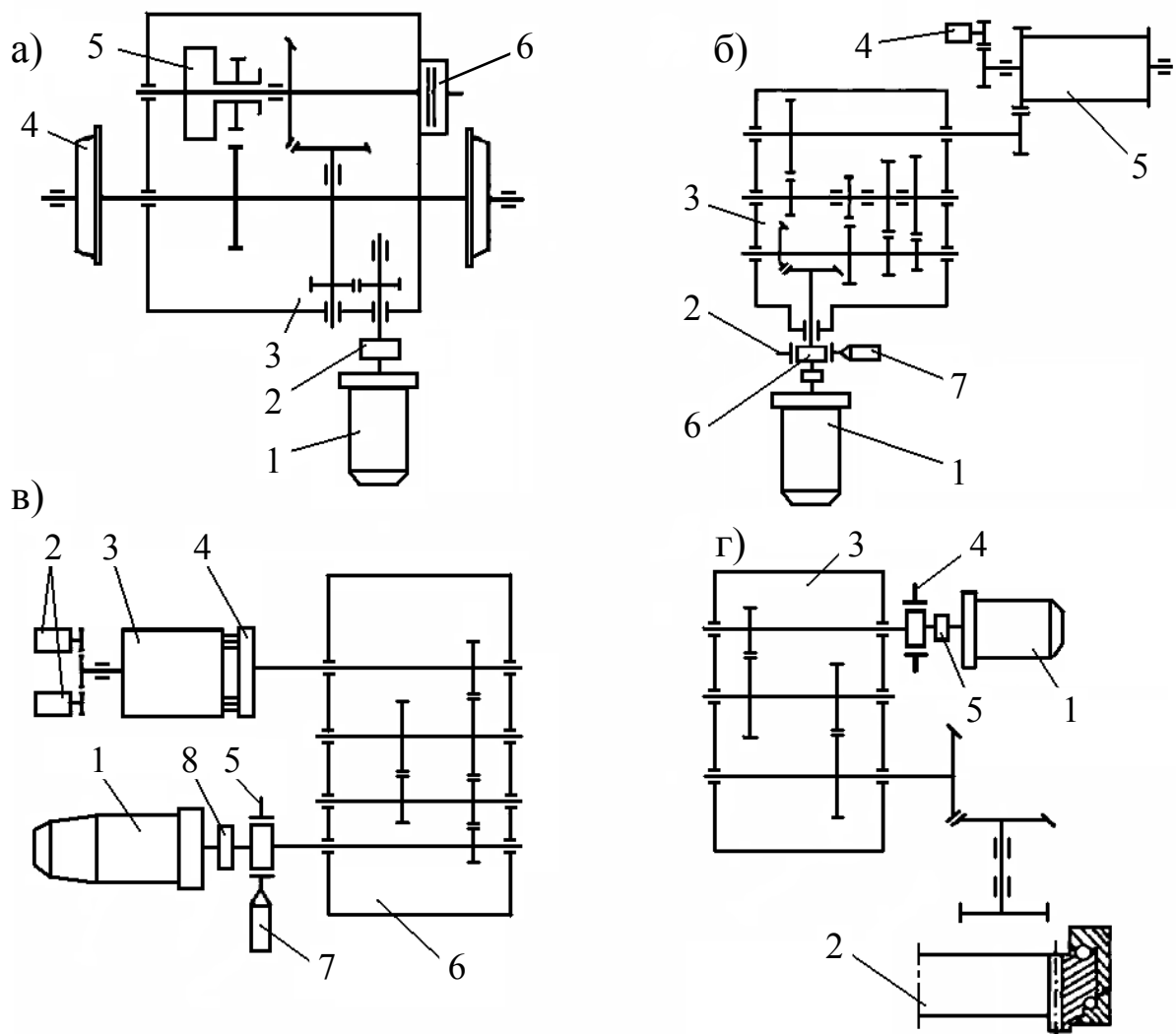


Рис. 5.35. Кінематичні схеми механізмів крана ЕДК-500:
 а – пересування: 1 – електродвигун потужністю 18,5 кВт;
 2 – індукційна муфта; 3 – редуктор; 4 – колісна пара;
 5 – електромагнітна муфта зчеплення; 6 – дводискове гальмо;
 б – підймання вантажу: 1 – електродвигун потужністю 75 кВт;
 2 – двоколודкове гальмо; 3 – конічно-циліндричний редуктор;
 4 – шпindelний кінцевий вимикач SN10-G4; 5 – підйомний барабан;
 6 – пружна пальцева муфта; 7 – електрогідроштовхач;
 в – зміни вильоту стріли: 1 – електродвигун потужністю 22 кВт;
 2 – шпindelний кінцевий вимикач SN10-G4;
 3 – стрілопідйомний барабан; 4 – муфта канатного барабана;
 5 – двоколודкове гальмо; 6 – циліндричний редуктор;
 7 – електрогідроштовхач; 8 – пружна пальцева муфта;
 г – повороту: 1 – електродвигун потужністю 10 кВт; 2 – опорно-поворотний пристрій; 3 – циліндричний редуктор;
 4 – двоколудкове гальмо; 5 – еластична пальцева муфта

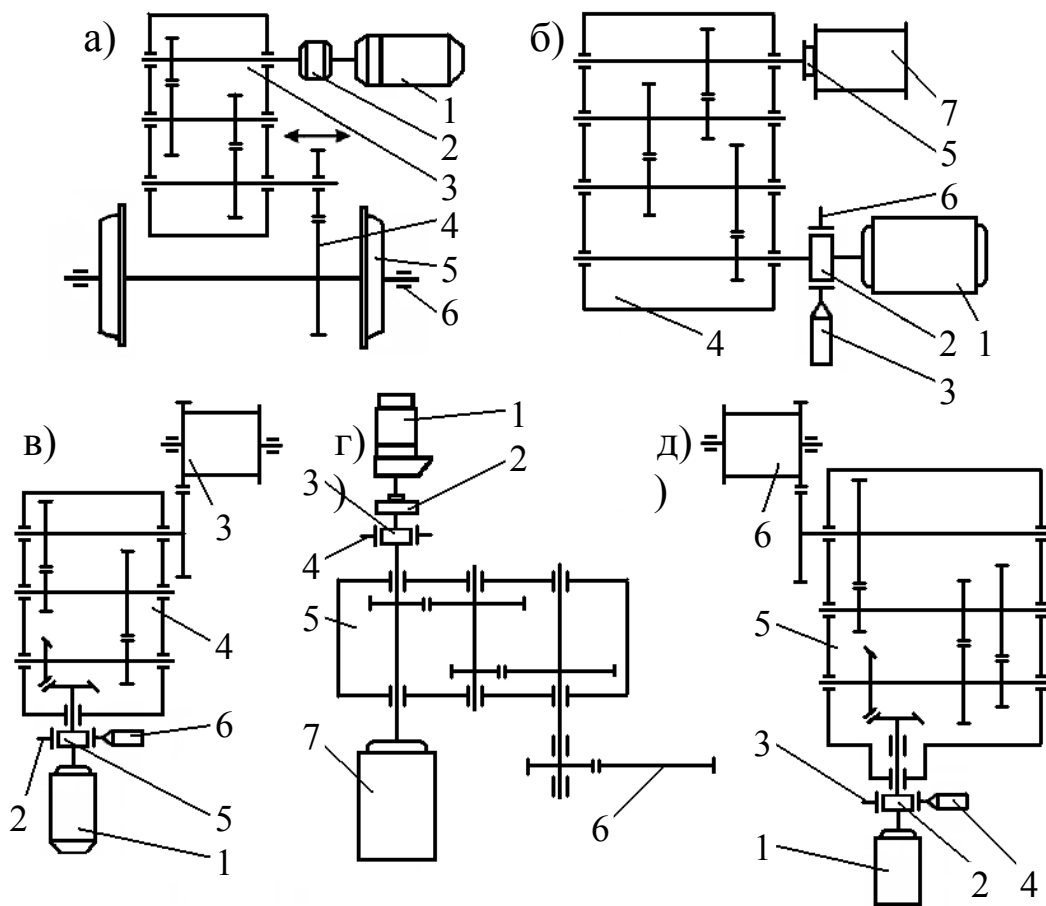


Рис. 5.36. Кінематичні схеми механізмів крана ЕДК-1000/2:
 а – пересування: 1 – електродвигун потужністю 22 кВт;
 2 – індукційна муфта; 3 – ходовий редуктор; 4 – зубчасте колесо;
 5 – тягова колісна пара; 6 – роликовий підшипник;
 б – підймання вантажу (допоміжного): 1 – електродвигун
 потужністю 52 кВт; 2 – пальцева муфта; 3 – електро-
 гідроштовхач; 4 – редуктор; 5 – муфта канатного барабана;
 6 – двоколодке гальмо; 7 – барабан;
 в – зміни вильоту стріли: 1 – електродвигун потужністю
 52 кВт; 2 – двоколодке гальмо; 3 – канатний барабан;
 4 – триступінчатий конічно-циліндричний редуктор;
 5 – пальцева муфта; 6 – електрогідроштовхач;
 г – повороту: 1 – редуктивний двигун потужністю 2 кВт;
 2 – електромагнітна муфта з контактним кільцем; 3 – гальмовий
 шків; 4 – двоколодке гальмо; 5 – циліндричний редуктор;
 6 – зубчасте колесо; 7 – електродвигун потужністю 9,5 кВт;
 д – підймання вантажу (головного): 1 – електродвигун
 потужністю 52 кВт; 2 – пальцева муфта; 3 – двоколодке
 гальмо; 4 – електрогідроштовхач; 5 – конічно-циліндричний
 редуктор;
 6 – вантажний барабан

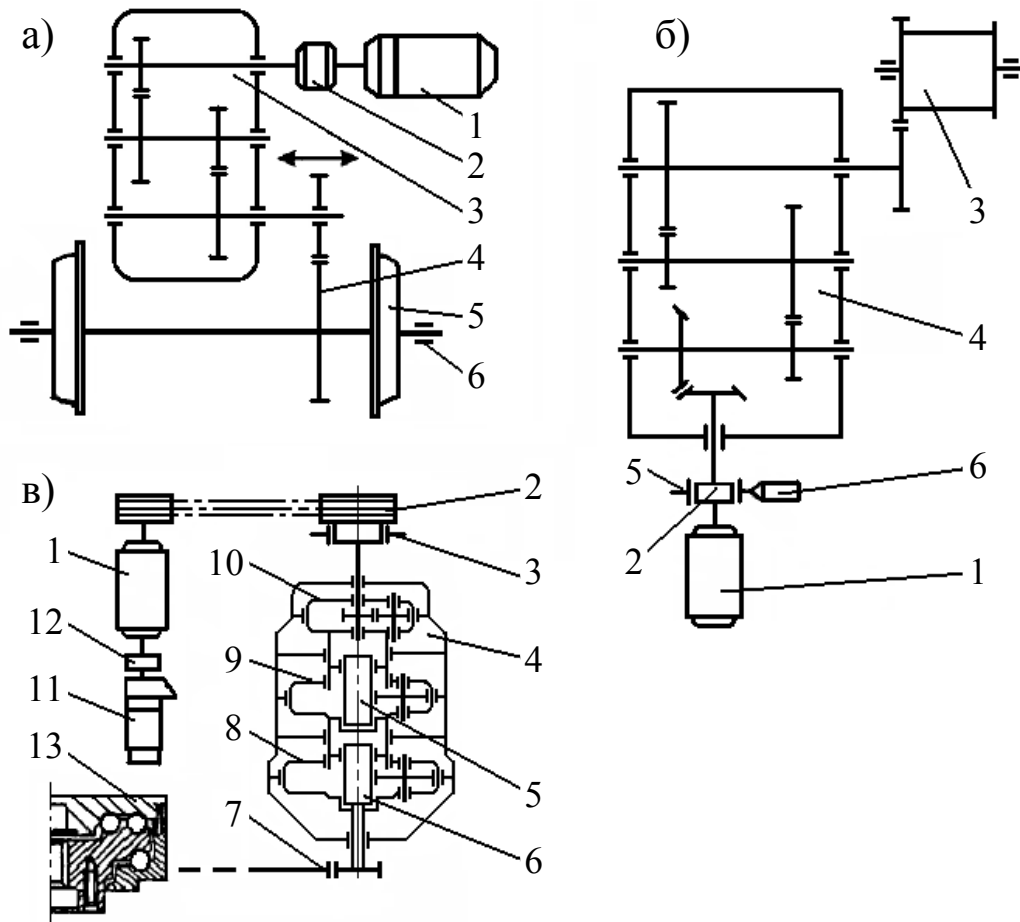


Рис. 5.37. Кінематичні схеми механізмів крана ЕДК-2000:
 а – пересування: 1 – електродвигун потужністю 22 кВт;
 2 – індукційна муфта; 3 – двоступінчатий циліндричний редуктор; 4 – колісна пара; 5 – відкрита передача;
 б – зміни вильоту стріли: 1 – електродвигун потужністю 80 кВт;
 2 – двоколודкове гальмо; 3 – канатний барабан;
 4 – триступінчатий конічно-циліндричний редуктор;
 5 – пальцева муфта; 6 – електрогідроштовхач гальма;
 в – повороту: 1 – електродвигун повороту (головний) потужністю 9,5 кВт; 2 – клинопасова передача; 3 – двоколудкове гальмо;
 4 – триступінчатий планетарний редуктор; 5, 6 – вали-шестерні;
 7 – зубчастий вінець на неповоротній частині крана;
 8, 9, 10 – корпуси планетарного редуктора (відповідно першого, другого і третього ступеня); 11 – електродвигун з редуктором (мікроповорот) потужністю 1,5 кВт; 12 – електромагнітна дискова муфта; 13 – кульковий опорно-поворотний пристрій

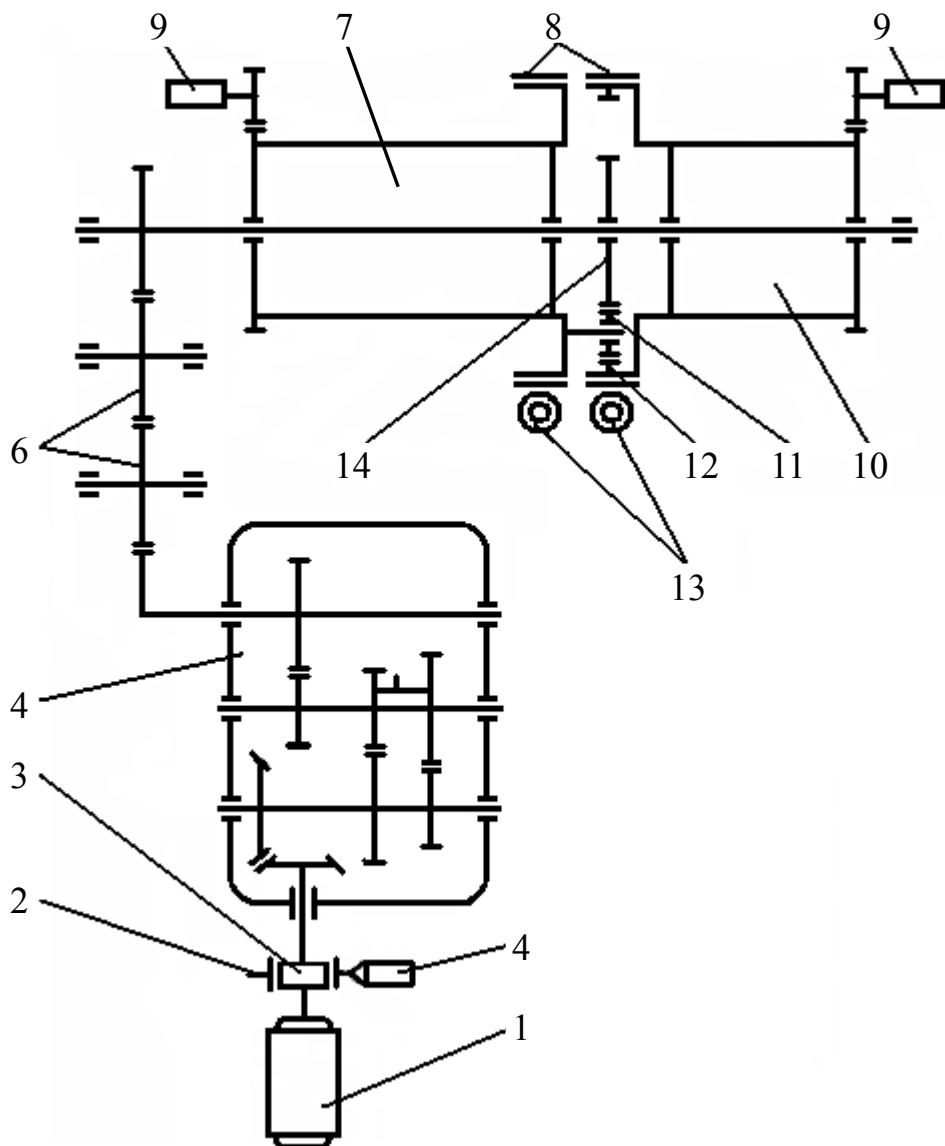


Рис. 5.38. Кінематична схема механізму підймання вантажу (головного і допоміжного) крана ЕДК-2000:

- 1 – електродвигун потужністю 80 кВт; 2 – двоколודкове гальмо;
- 3 – пальцева муфта; 4 – електрогідравлічний штовхач гальма;
- 5 – двошвидкісний триступінчатий конічно-циліндричний редуктор; 6 – відкрита зубчаста передача; 7 – барабан головного механізму підймання вантажу; 8 – стрічкове гальмо;
- 9 – шпindelний кінцевий вимикач; 10 – барабан механізму допоміжного підймання вантажу; 11 – сателітова шестерня;
- 12 – внутрішній зубчастий вінець; 13 – робочі циліндри гальма;
- 14 – ведуча шестерня планетарного редуктора

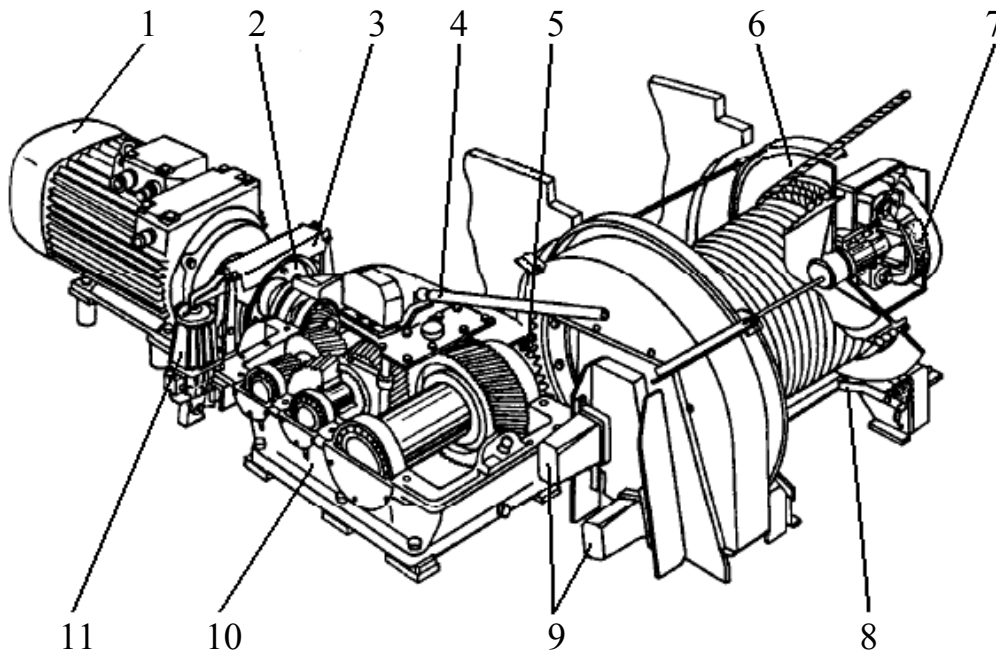


Рис. 5.39. Головний механізм підймання крана ЕДК-1000/4:
 1 – електродвигун; 2 – пружна пальцева муфта;
 3 – двоколодке гальмо; 4 – важіль перемикавання;
 5 – контрпривод; 6 – канатний барабан; 7 – утримне гальмо;
 8 – пристрій ослаблення каната; 9 – шпindelний кінцевий вимикач;
 10 – конічно-циліндричний перемикальний редуктор;
 11 – електрогідравлічний штовхач гальма

Після вмикання швидкості і відпускання педалі гальма електромагніт блокує важіль перемикавання, а кінцевий вимикач подає живлення до контактів командоконтролера підймання.

Контрольні питання

1. Для чого призначені відновлювальні потяги і що входить до їх складу?
2. З яких основних вузлів складається неповоротна частина крана типу ЕДК?
3. З яких основних вузлів складається поворотна частина крана типу ЕДК?
4. Дайте визначення терміна «аутригер». Опишіть конструкцію аутригера крана типу ЕДК.

5. Опишіть конструкцію ходового візка крана ЕДК-1000/4.

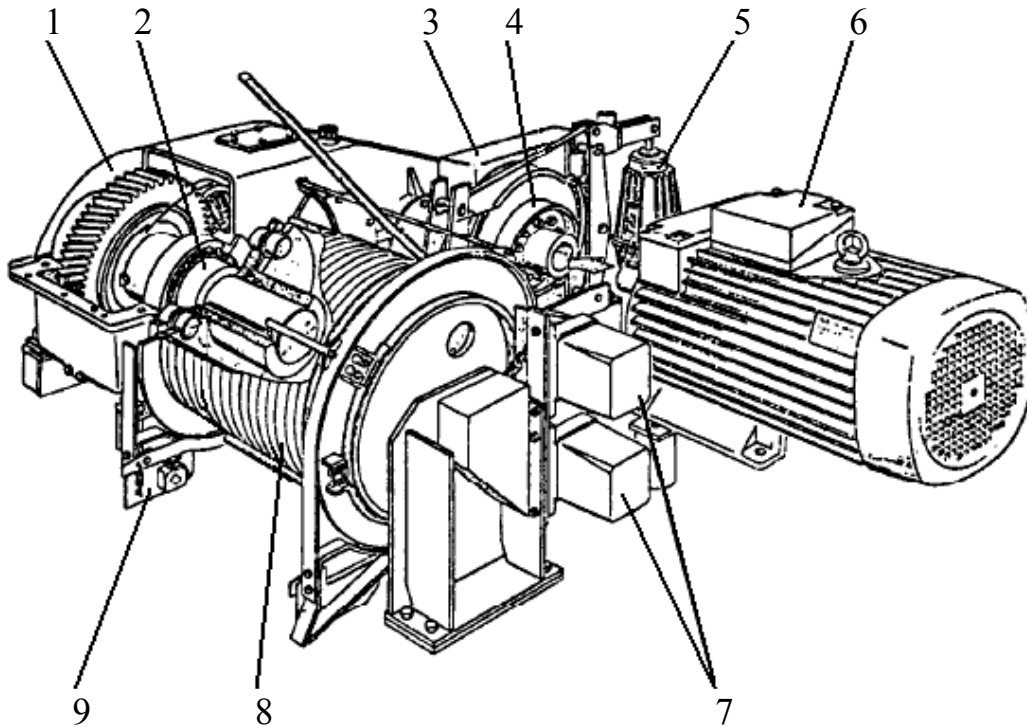


Рис. 5.40. Допоміжний механізм підймання крана ЕДК-1000/4:

- 1 – циліндричний редуктор; 2 – зубчаста муфта барабана;
- 3 – двоклодкове гальмо; 4 – пружна пальцева муфта;
- 5 – електрогідравлічний штовхач гальма; 6 – електродвигун;
- 7 – шпindelний кінцевий вимикач; 8 – канатний барабан;
- 9 – пристрій для компенсації ослаблення каната

6. Які вузли містить пневматичний гальмовий пристрій крана ЕДК-1000?

7. Яким чином здійснюється гальмування крана типу ЕДК у складі потяга?

8. Як здійснюється гальмування і відпускання крана типу ЕДК під час самоходу?

9. Опишіть конструкцію стріли кранів типу ЕДК.

10. Опишіть конструкцію порталу кранів типу ЕДК.

11. Опишіть канатну систему крана типу ЕДК-1000/2.

12. З яких вузлів складається механізм пересування крана типу ЕДК?

13. З яких вузлів складається механізм пересування крана типу ЕДК-300/2?

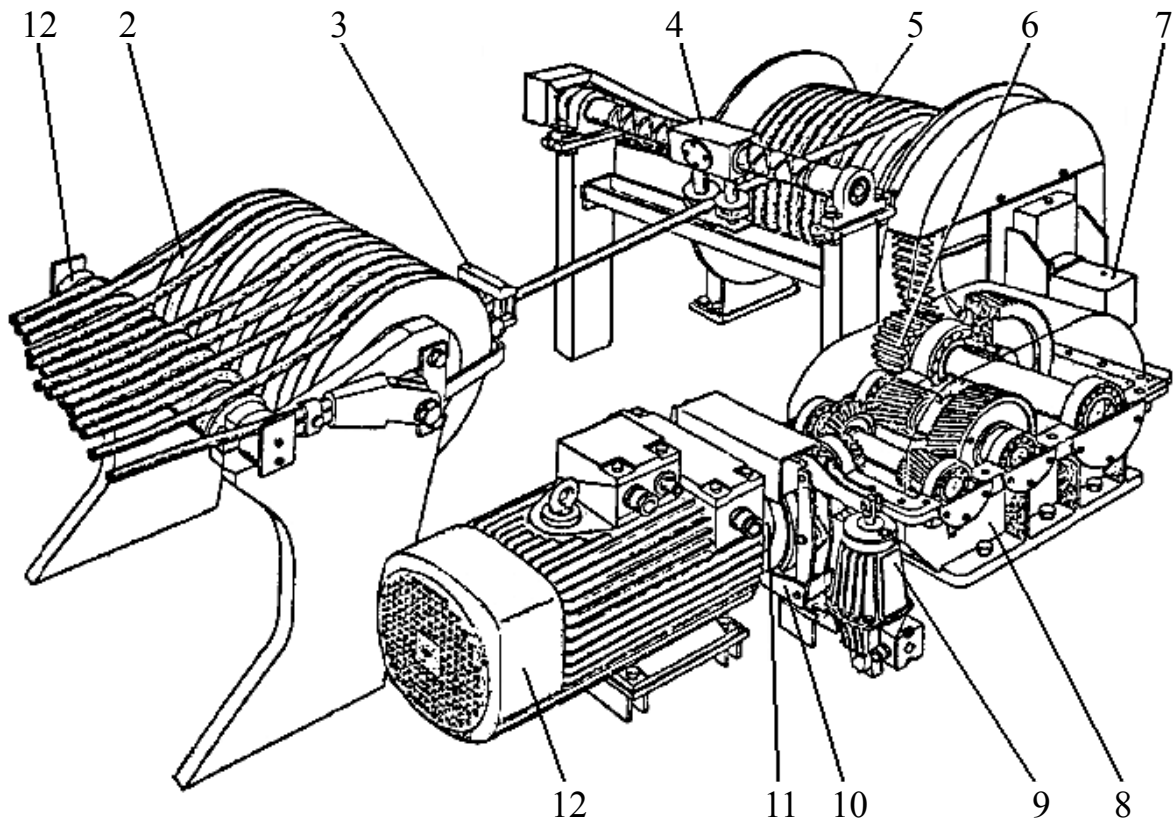


Рис. 5.41. Механізм зміни вильоту стріли крана ЕДК-1000/4:
1 – напрямний блок; 2 – стійка блоків; 3 – напрямна каната;
4 – канатоукладач; 5 – канатний барабан; 6 – контрпривод;
7 – шпindelний кінцевий вимикач; 8 – конічно-циліндричний редуктор;
9 – електрогідроштовхач; 10 – двоколодкове гальмо;
11 – пружна пальцева муфта; 12 – електродвигун

14. З яких вузлів складається механізм підймання вантажу крана типу ЕДК-300/2?

15. З яких вузлів складається механізм зміни вильоту стріли крана типу ЕДК-300/2?

16. З яких вузлів складається механізм повороту крана типу ЕДК-300/2?

6. КРАНИ З ТЕЛЕСКОПІЧНОЮ СТРІЛОЮ

6.1. Особливості конструкції

Нині все більшого поширення набувають КЗХ з телескопічною стрілою (рис. 6.1), яка є коробчастою телескопічною конструкцією балочного типу з суцільними стінками.



Рис. 6.1. Кран КЖ-971 з телескопічною стрілою

Шарнірно закріплена стріла спирається на гідроциліндри, що дозволяє змінювати її кут нахилу. Наявність телескопічних елементів дозволяє змінювати довжину стріли. Телескопіювання можна здійснювати під час роботи з вантажем на гаку.

- Головні переваги КЗХ з телескопічною стрілою;
- можливість роботи на електрифікованих ділянках колії без демонтажу контактної мережі;
 - можливість роботи в тунелях, на мостах і під мостами;

- компактність: у транспортному положенні зі складеною стрілою ці крани мають значно менші габаритні розміри по довжині порівняно з кранами, розглянутими в розд. 4 і 5;

- відсутність потреби в підстріловій платформі.

Окрім виконання основної функції (робота з вантажами), КЗХ можуть використовуватись як тягова одиниця під виконання маневрових робіт з рухомим складом масою до 170 т.

6.2. Крани серії КС-Ж

Серед кранів українського виробництва слід виділити кран КС-7Ж72 (рис. 6.2, 6.3), який виготовляється на ПрАТ «Новокраматорський машинобудівний завод» (м. Краматорськ, Донецька область) [21].



Рис. 6.2. Кран КС-7Ж72 в транспортному положенні

Кран КС-7Ж72 вантажопідйомністю 80 т є гідрофікованим і призначений для виконання аварійно-відновлювальних, вантажно-розвантажувальних і будівельно-монтажних робіт на колії шириною 1520 мм.

Основними вузлами крана є ходова і поворотна рами, з'єднані між собою опорно-поворотним пристроєм з кутом

повороту 360°.



Рис. 6.3. Кран КС-7Ж72 під час роботи з висунутою стрілою

На поворотній рамі встановлена трисекційна телескопічна стріла з вантажною лебідкою, що забезпечує виліт стріли в межах від 4,6 до 20 м (табл. 6.1), а також механізм повороту, силова установка та кабіна машиніста. Кран має можливість

телескопіювання стріли з вантажем.

Таблиця 6.1

Технічні характеристики крана КС-7Ж72

Параметр	Значення параметра
Вантажний момент максимальний, кН·м	8800
Вантажопідйомність, т:	
• на вильоті до 9 м	80
• на вильоті 20 м у будь-якому напрямку	19,4
Найбільша висота підймання вантажу над рівнем головок рейок, м	18,15
Виліт стріли, м:	
• найбільший	20
• найменший	4,6
Швидкість підймання-опускання вантажу (максимальна), м/хв:	
• робоча	3
• без вантажу	6
Частота обертання поворотної частини (максимальна), об/хв	0,7
Тривалість зміни вильоту стріли від максимального до мінімального, с	300
Тривалість повного телескопіювання стріли, с	260
Швидкість пересування, км/год	
• самоходом без вантажу	6
• у складі потяга	80
Мінімальний радіус проходження кривих, м	80
Потужність дизель-генератора, кВт	150
Габарит рухомого складу, за ДСТУ Б В.2.3-29:2011	02-ВМ
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм:	
• довжина	17800
• ширина	3140
• висота	4620
Маса крана в робочому стані, т	148

Кран обладнаний мікропроцесорним обмежувачем вантажопідйомності, який дозволяє оператору контролювати

ступінь завантаження крана під час підймання вантажу. Також наявний реєстратор параметрів.

У конструкції крана використана чотиривісна ходова платформа від крана ЕДК-1000/2, описана в підрозд. 5.6. Кран здатний виконувати роботи як без виносних опор, так і з ними. Виносні опори можуть установлюватися на різний виліт, що дозволяє працювати в обмежених умовах. Вантажна характеристика крана при цьому автоматично коригується електронним обмежувачем вантажопідйомності.

Компонування вузлів і механізмів дозволяє транспортувати кран до місця робіт у складі потяга або окремим локомотивом без платформи прикриття. Розміри крана в транспортному положенні відповідають габариту 02-ВМ для рухомого складу, за ДСТУ Б В. 2.3-29:2011 [1].

Кран є високомобільним, час, необхідний для приведення його в робоче положення на підготовленому майданчику, складає від 25 до 30 хв.

Опори крана можуть установлюватися на різний виліт, що дозволяє працювати в обмежених умовах. Вантажна характеристика крана при цьому автоматично коригується електронним обмежувачем вантажопідйомності.

Новокраматорським машинобудівним заводом розроблено ряд моделей кранів серії КС різної вантажопідйомності (рис. 6.4, табл. 6.2).

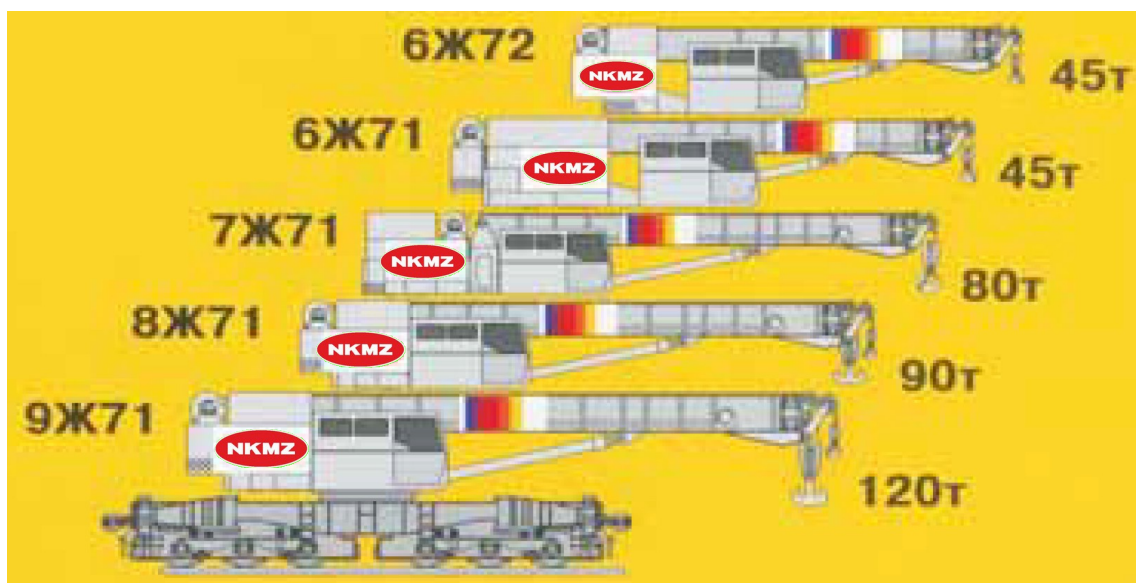


Рис. 6.4. Модельний ряд кранів КС-Ж

Таблиця 6.2

Технічні характеристики кранів серії КС виробництва НКМЗ

Параметр	Значення параметра для крана типу				
	КС-6Ж71	КС-6Ж72	КС-7Ж71	КС-8Ж71	КС-9Ж71
Вантажний момент максимальний, кН·м	4050	3000	5000	5620	7500
Вантажопідйомність, т: основний підйом:					
• на виносних опорах	45	45	80	90	120
• без виносних опор вздовж колії	45	40	50	50	50
• без виносних опор поперек колії	16	7,5	12	16	18
допоміжний підйом:					
• на виносних опорах	–	–	–	20	20
• без виносних опор вздовж колії	–	–	–	20	20
• без виносних опор поперек колії	–	–	–	16	18
Висота підйому, м:					
• із засунутою стрілою	9,5	8,5	12	12	10
• з повністю висунутою стрілою	18	17,5	22	24	19
Опускання гака нижче рівня головок рейок, м	10	10	–	10	10

Продовження таблиці 6.2

Параметр	Значення параметра для крана типу				
	КС-6Ж71	КС-6Ж72	КС-7Ж71	КС-8Ж71	КС-9Ж71
Виліт стріли, м: основний підйом: ● найбільший ● найменший допоміжний підйом: ● найбільший ● найменший	18	18	20	20,465	20,5
	3	5	6,25	6,25	4,5
Швидкість підйому-опускання, м/хв: основний підйом: ● вантажу максимальної маси ● вантажу масою 20 т ● посадки вантажу допоміжний підйом: ● мінімальна ● максимальна	— —	— —	— —	20,845 6,25	20,5 4,5
	3 12 0,2	3 12 0,2	3 12 —	3 12 0,2	3 12 0,2
Тривалість зміни вильоту стріли від максимального до мінімального, с Маса крана у робочому стані, т	180	180	180	200	200
	110	120	121	120	125

Кран КС-6Ж71 конструктивно виконаний так, що стрілове обладнання вписується в габарити ходової частини. Це дозволяє експлуатувати його без платформи та використовувати як локомотив.

Кран КС-6Ж72 має укорочений задній звис поворотної платформи, що забезпечує можливість його експлуатації без перешкоджання руху по сусідній колії.

Крани КС-8Ж71 вантажопідйомністю 90 т і КС-9Ж71 вантажопідйомністю 120 т призначені для проведення ремонтно-відновлювальних робіт на залізничних коліях, участі в ліквідації наслідків аварій, а також для вантажно-розвантажувальних робіт, монтажних та інших операцій, що потребують підймання та переміщення вантажів. Вантажна противага кранів КС-8Ж71 і КС-9Ж71 є висувною, що поліпшує експлуатаційні характеристики, особливо під час роботи без опор.

На кранах передбачена можливість опускання гака нижче рівня головок рейок (РГР) на 10 м. Наприклад, кран КС-8Ж71 на вильоті стріли 10 м здатний підняти вантажі з рівня, що на 10 м нижче РГР, на рівень 20 м над РГР. Цей кран також може використовуватися для укладання колії.

Крани можуть бути обладнані вантажним електромагнітом.

Конструкція стріли дозволяє здійснювати телескопіювання з вантажем на гаку масою: для крана КС-6Ж72 – 7,5 т, для кранів КС-6Ж71, КС-8Ж71, КС-9Ж71 – 15 т.

Маса кранів становить від 110 до 125 т, що забезпечує можливість працювати на значних вильотах з вантажем великої маси, а також переміщати, як локомотив, кілька вагонів.

6.3. Кран КЖ-971

Кран КЖ-971 (рис. 6.1, 6.5) має те саме призначення і складається з тих самих вузлів, що і кран КС-7Ж2.

Виліт трисекційної телескопічної стріли може змінюватись у межах від 4,2 до 17,7 м. Кран має можливість телескопіювання стріли з вантажем масою до 75 % номінальної вантажопідйомності.

Кран опирається на два тривісні візки, обладнані гідравлічним механізмом пересування і здатний виконувати роботи як без виносних опор, так і з ними. Виносні опори можуть фіксуватися в трьох положеннях: 6,0×6,0 м, 8,2×4,4 м та 8,56×2,9 м.



Рис. 6.5. Кран КЖ-971 у транспортному положенні

Кран обладнаний мікропроцесорним обмежувачем вантажопідйомності та реєстратором параметрів.

Для запуску силової установки в умовах низьких температур на крані встановлений передпусковий підігрівач.

Кран може транспортуватися до місця робіт у складі потяга або окремим локомотивом без платформи прикриття. Розміри крана в транспортному положенні відповідають габариту 1-Т для рухомого складу, за ДСТУ Б В. 2.3-29:2011 [1] (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

Технічні характеристики крана КЖ-971

Параметр	Значення параметра
1	2
Вантажний момент максимальний, кН·м	5120
Вантажопідйомність максимальна, т: • на виносних опорах (опорний контур 6×6 м)	80

• на виносних опорах (опорний контур 8,2×4,4 м)	80
---	----

Продовження табл. 6.3

1	2
Вантажопідйомність максимальна, т:	
• на виносних опорах (опорний контур 8,2×4,4 м) у секторі ±25° від поздовжньої осі колії	80
• на виносних опорах (опорний контур 8,56×2,9 м) у секторі ±15° від поздовжньої осі колії	80
• без виносних опор	35,1
• без виносних опор у секторі ±10° від поздовжньої осі колії	56,8
Висота підймання гака максимальна, м	13,6
Виліт стріли, м:	
• мінімальний	4,2
• максимальний	17,7
Швидкість підймання-опускання вантажу номінальна, м/хв, не менше	8
Частота обертання поворотної частини максимальна, об/хв	1
Швидкість телескопіювання стріли, м/хв, не менше	6
Швидкість пересування робоча, максимальна, км/год	4
Ухил колії, що долається, ‰ (град):	
• з вантажем	10 (0,57)
• на робочій швидкості без вантажу	20 (1,14)
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм:	
• довжина (із засуненою стрілою)	12840
• висота	4850
• ширина	3300
• задній габарит	6000
Максимальна швидкість крана у складі потяга, км/год	80
Власна маса, т	119
Мінімальний радіус проходження кривих, м	120
Температура довкілля під час експлуатації крана, °С	від мінус 40 до плюс 40

6.4. Кран КЖ-1471

Кран КЖ-1471 (рис. 6.6) має схожу конструкцію і призначений для тих самих робіт, що і кран КЖ-971, але має більшу вантажопідйомність – 125 т (табл. 6.4) – і спирається на два чотиривісні візки, обладнані гідравлічним приводом.



Рис. 6.6. Кран КЖ-1471

Таблиця 6.4

Технічні характеристики крана КЖ-1471

Параметр	Значення параметра
1	2
Вантажний момент максимальний, кН·м	8750
Вантажопідйомність максимальна, т:	
• на виносних опорах (опорний контур 2,27×7 м)	125
• на виносних опорах (опорний контур 5,98×5,2 м)	83
• на виносних опорах (опорний контур 6,5×4,4 м)	66,5
• без виносних опор у секторі $\pm 7^\circ$ від поздовжньої осі колії	125
Висота підймання гака максимальна, м	18,72
Виліт стріли, м:	
• мінімальний	7

• максимальний	23,5
----------------	------

Продовження табл. 6.4

1	2
Швидкість підймання-опускання вантажу максимальна, м/хв, не менше	4
Частота обертання поворотної частини максимальна, об/хв	1
Швидкість телескопіювання стріли, м/хв	9
Швидкість пересування робоча, максимальна, км/год	5
Ухил колії, що долається з вантажем, ‰ (град)	10 (0,57)
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм: • довжина (із засунутою стрілою) • висота • ширина	20450 5265 3140
Максимальна швидкість крана у складі потяга, км/год	80
Власна маса, т	170
Мінімальний радіус проходження кривих, м	120
Температура довкілля під час експлуатації крана, °С	від мінус 40 до плюс 40

У конструкції крана використана ходова платформа від крана ЕДК-1000/2, описана в підрозд. 5.6. Платформа оснащена виносними опорами з гідравлічним приводом, які мають три фіксовані опорні контури (2,27×7,0 м; 5,98×5,2 м; 6,5×4,4 м), автозчіпними пристроями і пневмогальмовою системою з важільною передачею, призначеними для буксирування крана у складі потяга або окремим локомотивом.

Кран здатний виконувати роботи як з виносними опорами, так і без них. На поворотній рамі розташовані такі основні вузли і агрегати:

- трисекційна телескопічна стріла з двома гідроциліндрами підймання і трьома гідроциліндрами висунення секцій, що забезпечує можливість роботи крана в діапазонах вильотів стріли від 7,0 до 23,5 м і висот підймання гака від 3,1 до 18,72 м;

- силова установка, що складається з двох дизелів ЯМЗ-236 М2, сумарною потужністю 264 кВт (360 к. с.). Місткість паливних баків забезпечує роботу крана протягом 16 год без

дозаправлення;

- дві гідронасосні установки, що забезпечують роботу як усіх робочих механізмів, так і резервування джерела енергії в разі виходу з ладу одного з дизелів;

- комфортабельна кабіна машиніста з робочим місцем, оснащеним мікропроцесорним пристроєм з візуальною індикацією фактичного і максимального завантаження, вильоту і довжини стріли. Передбачені автоматичне вимкнення механізмів крана в разі перевищення номінальної вантажопідйомності, можливість опускання вантажу після його спрацювання, а також прилад фіксації і зберігання характеристик.

Усе обладнання закрито капотами, які захищають механізми від дії атмосферних опадів. Розміри крана в транспортному положенні відповідають габариту 1-Т для рухомого складу, за ДСТУ Б В. 2.3-29:2011 [1].

Для запуску силової установки в умовах низьких температур на крані встановлений передпусковий підігрівач.

Термін служби крана складає 15 років, а ресурс до першого капітального ремонту складає 20000 мотогодин.

Кран КЖ-1471 випускається з 2005 року.

6.5. Кран КЖ-1572

Кран КЖ-1572 вантажопідйомністю 150 т (табл. 6.5). призначений для виконання аварійно-відновлювальних, колієукладальних, вантажно-розвантажувальних і будівельно-монтажних робіт на коліях шириною 1520 мм.

Кран КЖ-1572 (рис. 6.7) є модифікацією крана КЖ-1471 і відрізняється наявністю висувної телескопічної противаги (рис. 6.8), що забезпечує вищі технічні характеристики.

Таблиця 6.5

Технічні характеристики крана КЖ-1572

Параметр	Значення параметра
1	2
Вантажний момент максимальний, кН·м	10800
Вантажопідйомність максимальна, т: • на виносних опорах (опорний контур 8,83×8,5 м)	150

• на виносних опорах (опорний контур 7×12,91 м)	150
Продовження табл. 6.5	
Швидкість підймання-опускання вантажу максимальна, м/хв	4
Частота обертання поворотної частини максимальна, об/хв	0,5
Швидкість телескопіювання стріли, м/хв	6
Швидкість пересування робоча, максимальна, км/год	5
Ухил колії, що долається з вантажем, ‰ (град)	20 (1,14)
Габаритні розміри в транспортному положенні, мм:	
• довжина (із засунутою стрілою)	22030
• висота	4830
• ширина	3170
Максимальна швидкість крана у складі потяга, км/год	80
Власна маса, т	177
Мінімальний радіус проходження кривих, м	80
Температура довкілля під час експлуатації крана, °С	від мінус 40 до плюс 40

Кран КЖ-1572 випускається з 2008 року.



Рис. 6.7. Кран КЖ-1572



Рис. 6.8. Висувна противага крана КЖ-1572

6.6. Кран ЕДК-300/5

Застосування кранів типів ЕДК-2000, ЕДК-1000, ЕДК-500, ЕДК-300/2 виробництва компанії TAKRAF (Німеччина), які описані в розд. 4, для ліквідації наслідків сходів рухомого складу на електрифікованих ділянках є ускладненим, а в окремих випадках – неможливим.

Кран ЕДК-300/5 (табл. 6.6, рис. 6.9), на відміну від перелічених кранів, має телескопічну стрілу, що забезпечує можливість роботи під контактною мережею зі стрілою, що знаходиться в горизонтальному положенні. Це є суттєвою перевагою. Друга перевага крана ЕДК-300/5 – відсутність платформи для розміщення вантажопідйомного гака і стріли. Крім того, конструкція крана не вимагає навішування-знімання противаги, що значно зменшує тривалість підготовчо-завершальних операцій.

Таблиця 6.6
Технічні характеристики крана ЕДК-300/5

Параметр	Значення параметра
Вантажопідйомність, т: <ul style="list-style-type: none">• максимальна• мінімальна	50 10
Висота підймання гака максимальна, м	20
Виліт стріли, м: <ul style="list-style-type: none">• мінімальний• максимальний	6,5 18
Мінімальний радіус проходження кривих, м	120

Телескопічна стріла крана ЕДК-300/5 має дві секції і забезпечує максимальний виліт 18 м. Стріла може висуватися–засуватися та підніматися з підвішеним вантажем. Джерелом енергії крана є дизель-генератор. Підймання стріли, телескопіювання та поворот крана здійснюється за допомогою гідравлічних приводів. Керування краном здійснюється з кабіни машиніста. Виносні опори також мають гідропривод, керування яким здійснюється з пульта, розташованого на ходовій частині крана біля кожної опори.



Рис. 6.9. Кран ЕДК-300/5:
а – у транспортному положенні;
б – на вантажно-розвантажувальних роботах

Крім аварійно-відновлювальних робіт, кран ЕДК-300/5 застосовується для ремонту верхньої будови колії, заміни стрілочних переводів і монтажних робіт.

6.7. Кран ЕДК-500/ТС

Кран спеціальний на залізничному ході ЕДК-500/ТС («Сокол 80.01») призначений для використання як мобільного засобу великої вантажопідйомності під час аварійно-відновлювальних робіт на залізничному транспорті (рис. 6.10, табл. 6.7).



Рис. 6.10. Кран ЕДК-500/ТС

Таблиця 6.7

Технічні характеристики крана ЕДК-500/ТС

Параметр	Значення параметра
1	2
Вантажний момент максимальний, кН·м	4800
Вантажопідйомність, т: <ul style="list-style-type: none">• максимальна• на максимальному вильоті	80 6
Висота підймання гака максимальна, м	20
Максимальна довжина стріли, м	25
Виліт стріли, м: <ul style="list-style-type: none">• мінімальний• максимальний	6 20

1	2
Швидкість підймання-опускання вантажу максимальна, м/хв	4
Частота обертання поворотної частини максимальна, об/хв	0,5
Тривалість повного телескопіювання стріли, с	180
Швидкість пересування самоходом, км/год	від 16 до 20
Максимальна швидкість крана у складі потяга, км/год	80
Статичне навантаження від колісної пари на рейки, кН	230
Час, необхідний для переведення крана в робоче положення, хв	10
Маса крана в транспортному положенні, т	110
Маса поворотної платформи, т	41,8
Мінімальний радіус проходження кривих, м	80
Температура довкілля під час експлуатації крана, °С	від мінус 40 до плюс 40

Кран ЕДК-500/ТС є результатом реконструкції крана німецького виробництва типу ЕДК-500 (дивись підрозд. 5.3), що був в експлуатації. Ходова платформа реконструйована, а поворотна частина повністю замінена.

Кран ЕДК- 500/ТС має достатню стійкість при роботі в трьох робочих контурах. Гідрообладнання крана дозволяє керувати механізмами підймання стріли і вантажу, телескопіювання стріли, повороту і самоходу платформи. На поворотній частині встановлено два дизельні двигуни, від яких приводяться основна та аварійна насосні станції. Гідравлічна система крана дозволяє суміщати робочі операції, а в разі відмови основної насосної станції – привести кран в транспортне положення від аварійної станції.

Кран оснащений мікропроцесорними приладами безпеки: мікропроцесорною системою обмежувача навантаження крана ОНК-140-07 (дивись підрозд. 2.9) і контрольно-діагностичною системою КДС-С. Обмежувач навантаження має телеметричну

«чорну скриньку», світлову і звукову сигналізацію, систему самодіагностики, що дозволяє кранівникові отримувати на екрані цифрову інформацію про такі параметри: перекидальний момент, виліт стріли, фактична маса вантажу, довжина стріли, висота підймання оголовка стріли, кут азимуту поворотної платформи, кут нахилу стріли відносно горизонту, тиск у поршневій і штоковій порожнинах гідроциліндра, поточний час.

Контрольно-діагностична система КДС-С дозволяє виявляти аварійні ситуації в роботі силової установки та електроагрегатів, блокувати підймання і переміщення вантажу за крену платформи більше 3°.

6.8. Крани серії Multi Tasker KRC

Фірма KIROW Ardelt GmbH є правонаступником комбінату важкого машинобудування TAKRAF (Німеччина) – виробника вантажопідйомних кранів типу ЕДК. Нині розроблений і виробляється модельний ряд сучасних вантажопідйомних кранів на залізничному ході з телескопічною стрілою Multi Tasker (табл. 6.8). Перший кран нового покоління з телескопічною стрілою серії Multi Tasker KRC випущено у 1995 році. На сьогодні близько 200 кранів Multi Tasker KRC експлуатуються провідними залізничними компаніями Європи, Азії, Америки і Африки.

Таблиця 6.8

Вантажопідйомність кранів Multi Tasker KRC

Модель	Вантажопідйомність на вильоті стріли
<u>Multi Tasker KRC 100</u>	25 т на 5 м; 4,5 т на 17 м
<u>Multi Tasker KRC 250</u>	50 т на 6 м; 15 т на 16 м
<u>Multi Tasker KRC 500</u>	80 т на 6 м; 17 т на 19 м
<u>Multi Tasker KRC 800</u>	120 т на 7 м; 30 т на 21 м
<u>Multi Tasker KRC 1200</u>	160 т на 8 м; 30 т на 25,5 м
<u>Multi Tasker KRC 1210</u>	160 т на 8 м; 35 т на 28 м
<u>Multi Tasker KRC 1600-200</u>	200 т на 8 м; 48 т на 24,5 м
<u>Multi Tasker KRC 1610</u>	150 т на 8 м; 40 т на 28,5 м

Крани Multi Tasker KRC [8] мають низку інноваційних особливостей порівняно з сучасними аналогами:

1) механізм гідравлічного блокування підвіски (ресор) фіксує виниклі деформації підвіски і дозволяє здійснювати роботи з важкими вантажами без опор і в русі;

2) система автоматичного вирівнювання підвищення рейок забезпечує рівномірну вантажопідйомність за наявності підвищень і дозволяє крану навіть пересуватися з вантажем у кривій, ніби по прямій ділянці колії, оскільки верхня частина крана в момент в'їзду в криву автоматично вирівнюється до горизонтального положення. Максимальне підвищення, яке може вирівнюватись у кривій, складає 180 мм;

3) *противага* з телескопічним механізмом висунання (окрім кранів KRC 100 та KRC 250) та інтелектуальна система керування вантажопідйомністю дозволяють у більшості випадків працювати тільки з однією опорою, що особливо важливо, коли дорожні роботи мають проводитись у стислі терміни або простір для спирання є обмеженим;

4) система керування противагою і стрілою дозволяє ефективно та швидко працювати в обмежених умовах під контактною мережею з горизонтальною стрілою на двоколійних ділянках без порушення габариту руху по суміжній колії;

5) система незалежного повороту стріли (KRC 1600) або незначний задній виліт (KRC 1200) надають можливості експлуатації кранів у межах габариту однієї колії та в обмежених умовах сучасних залізниць, наприклад біля стін, огорожень і відвалів.

Окрім зазначених, крани Multi Tasker KRC також мають такі особливості:

- спеціальні кранові візки;
- здатність пересуватися самоходом або телескопіювати стрілу з вантажем, маса якого не перевищує вантажопідйомність крана на даному вильоті;
- сучасна система координатного захисту і контролю перевантажень;
- вантажопідйомність без виносних опор складає до 80 % максимальної вантажопідйомності.

Розглянемо більш детально модельний ряд кранів KRC.

Кран KRC 100 (рис. 6.11) призначений для легких монтажних робіт, таких як установлення щогл, звукоізоляційних елементів тощо. Кран є чотиривісним, має вантажопідйомність 25 т, максимальний вантажний момент 1000 Н·м, оснащений нерухомою противагою з незначним заднім вильотом для роботи в габариті.



Рис. 6.11. Кран Multi Tasker KRC 100

Кран KRC 250 (рис. 6.12) призначений для будівництва залізниць, заміни елементів рейкошпальної решітки та стрілочних переводів. Кран є чотиривісним, має вантажопідйомність 50 т, максимальний вантажний момент 3000 Н·м, оснащений нерухомою противагою з незначним заднім вильотом для роботи в габариті.

Кран KRC 500 (рис. 6.13) розроблений спеціально для відновлення стрілочних переводів з бетонними шпалами. Цей кран також може використовуватися для монтажу середньоважких елементів мостів і як аварійно-відновлювальний кран для середніх навантажень. Кран є чотиривісним, має вантажопідйомність 80 т, максимальний вантажний момент 5000 Н·м, оснащений телескопічною противагою з незначним заднім вильотом у засунутому стані для роботи в габариті.



Рис. 6.12. Кран Multi Tasker KRC 250



Рис. 6.13. Кран Multi Tasker KRC 500

Кран KRC 800 (рис. 6.14) призначений для монтажу великих елементів мостів і стрілочних переводів, пристосований до виконання аварійно-відновлювальних робіт. Кран є шестивісним, має вантажопідйомність 120 т, максимальний вантажний момент 9000 Н·м, оснащений телескопічною противагою з незначним заднім вильотом у засунутому стані для роботи в габариті.



Рис. 6.14. Кран Multi Tasker KRC 800

Кран KRC 1200 (рис. 6.15) призначений для монтажу великих елементів мостів і стрілочних переводів, пристосований до виконання аварійно-відновлювальних робіт. Кран є восьмивісним, має вантажопідйомність 160 т, максимальний вантажний момент 13600 Н·м, оснащений телескопічною противагою з незначним заднім вильотом у засунутому стані для роботи в габариті.

Кран KRC 1600 (рис. 6.16) завдяки високій вантажопідйомності уздовж осі колії з відповідним вильотом є ефективним для підймання локомотивів під час аварійно-відновлювальних робіт. Кран є восьмивісним, має вантажопідйомність 200 т, максимальний вантажний момент 1600 Н·м, оснащений телескопічною противагою, яка може зніматися для транспортування. Стріла може окремо повертатися в горизонтальній площині для роботи в габариті.

Наприкінці варто виділити переваги кранів серії Multi Tasker KRC:

- скорочення тривалості перерв у русі потягів;
- різні можливості застосування;
- підвищений рівень безпеки праці, оскільки автоматичне вирівнювання верхньої частини крана означає чітко визначену вантажопідйомність, а інтелектуальне керування телескопічною противагою і поворотною стрілою виключає будь-який ризик для руху потягів по сусідній колії;

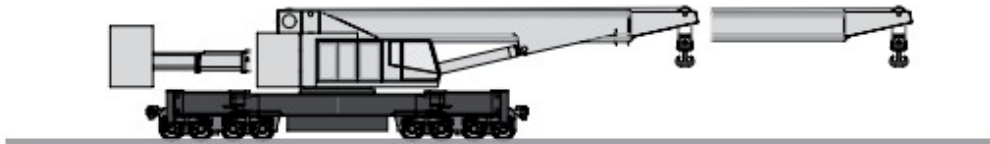


Рис. 6.15. Кран Multi Tasker KRC 1200

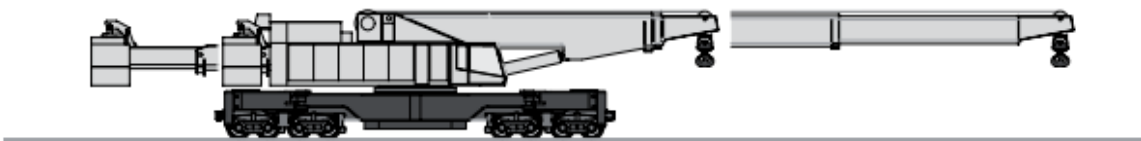


Рис. 6.16. Кран Multi Tasker KRC 1600

- висока маневреність і продуктивність роботи крана під лініями електропередач, на мостах, станціях і в тунелях, біля сигнального обладнання або при будь-яких інших обмеженнях.

Крани KRC оптимізовані для ліквідації наслідків аварій (рис. 6.17). Вони відрізняються високою швидкістю перегону на місце події, готуються до роботи протягом декількох хвилин і не створюють проблем в обслуговуванні. Їхніми перевагами в цих випадках є:

- короткий підготовчо-завершальний час на місці аварії;
- оперативне позиціонування крана по відношенню до транспортного засобу, який потрапив в аварію, за допомогою телескопічної стріли, що виводиться назовні;
- завдяки горизонтальній стрілі створюється можливість проводити рятувальні роботи і в тунелях, під мостами і на вокзалах, можна здійснювати рятувальні роботи щодо вагонів, які потрапили в аварію і знаходяться на великій відстані від рейкової колії;
- розвантаження зусиль на опори завдяки телескопічній противазі.



Рис. 6.17. Кран Multi Tasker KRC 1600 на роботах з ліквідації наслідків аварії

Контрольні питання

1. Які особливості конструкції та головна перевага кранів на залізничному ході з телескопічною стрілою?
2. Коротко опишіть конструкцію крана КС-7Ж72.
3. Коротко охарактеризуйте модельний ряд кранів КС-Ж.
4. Чим відрізняється кран КЖ-1471 від КЖ-971?
5. Які основні вузли і агрегати розташовані на поворотній рамі крана КЖ-1471?
6. Дайте порівняльну характеристику кранів КЖ-1471 і КЖ-1572.
7. Які переваги крана ЕДК-300/5 порівняно з іншими кранами серії ЕДК?
8. Дайте коротку характеристику крана ЕДК-500/ТС.
9. Які інноваційні особливості кранів Multi Tasker KRC порівняно із сучасними аналогами?
10. Дайте коротку характеристику крана Multi Tasker KRC 100.
11. Дайте коротку характеристику крана Multi Tasker KRC 250.
12. Для яких робіт призначений Multi Tasker KRC 500, які особливості його конструкції?
13. Для яких робіт призначений Multi Tasker KRC 1200, які особливості його конструкції?
14. Дайте коротку характеристику крана Multi Tasker KRC 1660.
15. Які загальні переваги кранів серії Multi Tasker KRC?
16. Які переваги кранів серії Multi Tasker KRC на роботах з ліквідації наслідків аварій?

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бабаєв, А. М. Принцип дії, розрахунки та основи експлуатації гальм рухомого складу залізниць [Текст] : навч. посібник / А. М. Бабаєв, Д. В. Дмитрієв; за заг. ред. Д. В. Дмитрієва. – К. : ДЕТУТ, 2007. – 176 с.
2. Григоров, О. В. Вантажопідйомні машини [Текст] : навч. посібник / О. В. Григоров, Н. О. Петренко. – Харків : НТУ «ХП», 2006. – 304 с.
3. ДСТУ Б В.2.3-29:2011. Габарити наближення будівель і рухомого складу залізниць колії 1520 (1524) мм [Текст]. – Чинний від 2012–12–01. – К. : Мінрегіон України, 2012. – 44 с.
4. ДСТУ ГОСТ 959:2006. Батареї акумуляторні свинцеві стартерні для автотракторної техніки. Загальні технічні умови (ГОСТ 959-2002, IDT) [Текст]. – Чинний від 2007–10–01. – К. : ДП «УкрНДЦ». – 17 с.
5. ДСТУ EN 12385-2:2013. Канати сталеві дротяні. Безпека. Частина 2. Термінологія, позначення та класифікація (EN 12385-2:2002+A1:2008, IDT) [Текст]. – Чинний від 2014–07–01. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 40 с.
6. ДСТУ EN 12385-4:2014. Канати сталеві дротяні. Безпека. Частина 4. Канати подвійного звивання для загального підйомального застосування (EN 12385-4:2002+A1:2008, IDT) [Текст]. – Чинний від 2016–01–01. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 29 с.
7. ДСТУ ISO 7752-2:2015. Крани підйомні. Органи керування. Розташування та характеристики. Частина 2. Основне розташування і вимоги до самохідних кранів (ISO 7752-2:2011, IDT) [Текст]. – Чинний від 2016–01–01. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 9 с.
8. Залізничні крани Multi Tasker KRC [Електронний ресурс] / ТОВ «Європейська промислова група». – Режим доступу : <http://www.eurg.com.ua/kirow.php> (дата звернення: 29.04.2018).
9. Іванченко, Ф. К. Підйомно-транспортні машини [Текст] : підручник / Ф. К. Іванченко. – К. : Вища шк., 1993. – 413 с.
10. Інструкція з руху поїздів та маневрової роботи на залізницях України [Текст] : ЦД-0058 : затв. Мінтранс України 31.08.2005 р. – К. : Укрзалізниця, 2005. – 325 с.
11. Крани на залізничному ході [Електронний ресурс] //

Будівельна техніка: електрон. довід. – Режим доступу : <http://budtehnika.pp.ua/pidyomno-transportni-mashyny-ta-obladnannya/kranu-na-zaliznychnomu-khodu/> (дата звернення: 29.04.2018).

12. **Кранове електрообладнання та схеми управління кранами** [Електронний ресурс] // Будівельна техніка: електрон. довід. – Режим доступу : <http://budtehnika.pp.ua/1639-kranove-elektroobladnannya-ta-shemi-upravlnnya-kranami.html> (дата звернення: 29.04.2018).

13. Назаренко, І. І. Вантажопідіймальна техніка (конструкції, ефективне використання, сервіс) [Текст] : навч. посібник / І. І. Назаренко, Ф. О. Німко. – К. : Видавничий Дім «Слово», 2010. – 400 с.

14. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підймальних і транспортувальних машин [Текст] : підручник / В. С. Бондарев [та ін.]. – К. : Вища школа, 2009. – 734 с.

15. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів та машин спеціального військового призначення [Електронний ресурс] : затв. Міноборони України 01.12.2016 // База даних «Законодавство України» / ВР України. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/ru/z1727-16> (дата звернення: 29.04.2018).

16. Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підймальних пристроїв і відповідного обладнання [Електронний ресурс] : затв. Мінсоцполітики України 19.01.2018 // База даних «Законодавство України» / ВР України. – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0244-18> (дата звернення: 29.04.2018).

17. Правила поточного ремонту та утримання вантажопідіймальних кранів на залізничному ході [Текст] : 105.86000.94103. – К. : Укрзалізниця, 2004. – 49 с.

18. Правила технічної експлуатації залізничного транспорту промислових підприємств [Електронний ресурс]: затв. Мінпромполітики України 15.02.2010 // База даних «Законодавство України» / ВР України. – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0237-10?nreg=z0237-10&find=1&text=%EA%F0%E0%ED&x=0&y=0> (дата звернення: 29.04.2018).

19. Раціональні приводи підйомно-транспортних,

дорожніх машин та логістичних комплексів [Текст] : монографія / О. В. Григоров [та ін.] ; за ред. О. В. Григорова. – Харків : ХНАДУ, 2016. – 352 с.

20. Романович, Є. В. Проектування прирейкових складів короткотермінового зберігання [Текст] : навч. посібник / Є. В. Романович, Є. В. Коновалов, А. О. Бабенко. – Харків : УкрДАЗТ, 2008. – 142 с.

21. Стреловые самоходные краны на железнодорожном ходу [Електронний ресурс] / Новокраматорский машиностроительный завод (ЧАО НКМЗ). – Режим доступа : <http://www.nkmz.com/index.php?id=113> (дата обращения: 29.04.2018).

22. Технічний регламент безпеки машин [Електронний ресурс] : затв. Кабінетом Міністрів України 30.01.2013 // База даних «Законодавство України» / ВР України. – Режим доступу : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/62-2013-%D0%BF> (дата звернення: 29.04.2018).

23. Томилин, И. П. Краны типа ЕДК. Устройство и эксплуатация [Текст] : учеб. пособие для техн. школ / И. П. Томилин, Г. И. Новиков. – М. : УМК МПС России, 2000. – 157 с.

24. Турков, В. Н. Стреловые железнодорожные полноповоротные краны: устройство, эксплуатация, ремонт [Текст] : учеб. для техн. школ ж.-д. трансп. / В. Н. Турков. – М. : Транспорт, 1992. – 364 с.

25. Хмара, Л. А. Будівельні крани. Конструкції та експлуатація [Текст] / Л. А. Хмара, М. П. Колісник, О. І. Голубченко. – К. : Техніка, 2001. – 296 с.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

Автозчеп 41, 42

Акумуляторна батарея

- будова 115
- зв'язок між параметрами 116
- індикатор заряду 130
- принцип дії 115
- у машинному відділенні крана 165
- умовне позначення 113

Аутригер (дивись виносна опора)

Барaban 44

- крана ЕДК- 300/2 213

Блок

- вирівнювальний 43
- відхильний 43
- напрямний 43
- нерухомий 43
- рухомий 43

Вантажна характеристика 23, 24

Вантажопідйомність крана 23

Виліт стріли 23

Вимикач ресор 158

Виносна опора 199

- конструкція (на прикладі крана ЕДК-300/2) 199, 200
- конструкція (на прикладі крана КЖ-561) 157
- схема встановлення крана на опорах
 - ЕДК-300/2 187

- ЕДК-500 189
- ЕДК-1000/4 193
- ЕДК-2000 197

Висота підймання вантажу 23

Відновлювальний потяг 182
- схема формування 184

Вітрове навантаження 27, 28

Гакова обойма 46

Гальмо 65

- механізму пересування крана КЖ-561 172
- нормально замкнене 66
- нормально розімкнене (відкрите) 66
- ТКГТ 66, 67

Гальмове обладнання крана

- ЕДК-1000 205
- КЖ 159

Генератор електричного струму

- електрична схема 96, 100, 102, 104, 105
- класифікація 93
- компаундування 93
- принцип дії 92
- синхронний, із самозбудженням 93

Грейфер 54, 150, 153

- двоканатний 55
 - схема роботи 56
 - цикл роботи 56, 57
- моторний
- одноканатний 55

Двигун внутрішнього згоряння

- кранів серії ЕДК 213
- ЯМЗ-238 163, 164

Дизель-генераторна установка 68, 69, 164

Електрогідроштовхач 67, 68

Електродвигун асинхронний

- види гальмування 112
- відносна тривалість вмикання 110
- з короткозамкненим ротором 106
- з фазним ротором 106, 108, 109
- ковзання 105
- принцип роботи 104
- режими роботи 110

Запобіжник плавкий 135

Кабель електричний 138

Кабіна машиніста крана

- ЕДК-300/2 186
- КЖ-561 161

Канат

- види петель 53
- конструкція 49
- марковальна група 46
- осердя 47
- позначення 47-50

Керування краном

- зміна вильоту стріли 71
- підймання вантажу 71
- поворот 70
- схема 71

Кінцевий вимикач

- будова 133

- важільний 132
- кнопковий 132

Клас використання крана 12, 13

Коефіцієнт

- стійкості крана 24
 - вантажної 25, 26, 31
 - власної 25, 32
- заповнення навітряної поверхні 28

Командоконтролер 126

Контактор 124

Контролер 126

Координатний захист 75

Коуш 52

Кран вантажопідйомний 9

- кабельний 10
- класифікація 9
- мостового типу 9
- паровий 11
- стрілового типу 10

Магнітний пускач 124

Механізм зміни вильоту стріли крана

- ЕДК-300/2 216
- ЕДК-500 217
- ЕДК-1000/2 218
- ЕДК-1000/4 223
- ЕДК-2000 219
- КДЭ-161 178
- КЖ-561 180

Механізм пересування крана

- ЕДК-300/2 216
- ЕДК-500 217
- ЕДК-1000/2 218
- ЕДК-2000 219
- КДЭ-161 169
- КЖ-561 171

Механізм підймання вантажу крана

- ЕДК-300/2 216
- ЕДК-500 217
- ЕДК-1000/2 218
- ЕДК-1000/4 221, 222
- ЕДК-2000 220
- КДЭ-161 175
- КДЭ-561 176

Механізм повороту крана

- ЕДК-300/2 216
- ЕДК-500 217
- ЕДК-1000/2 218
- ЕДК-2000 219
- КДЭ-161 173, 174

Момент

- перекидний 25, 29
 - від сили інерції вантажу 30
 - створюваний вагою вантажу 27, 28, 31
 - створюваний відцентровою силою 29
 - створюваний вітровим навантаженням 27, 32
- утримувальний 25, 26

Муфта 57

- вибір 59
- відцентрова 64, 65
- електромагнітна
 - дискова 117
 - індукційна 119

- зубчаста 61
- класифікація 58, 59
- ланцюгова 62, 63
- пружна втулково-пальцева (МПВП) 60, 61

Обмежувач

- вантажопідйомності 74
- висоти підймання 134
- кута нахилу стріли 134
- рухів крана 74

Пакетний перемикач (вимикач) 128

Паливний бак 165

Поворотна платформа крана

- ЕДК-300/2 206
- КДЭ 160

Поворотна частина крана 40

Поліспаст 44, 45

- крана ЕДК-1000/2 212
- кратність 44

Портал крана ЕДК-500 211

Прилад безпеки цифровий 72

- блок індикації 74, 75
- довготривала інформація 75, 76
- контрольні параметри 76
- ОГМ-240 74, 76
- ОНК-140, ОНК-160 73
- оперативна інформація 75
- сигнали керування 76
- у кабіні крана 162
- функції 73
- центральний 72

Пристрій

- опорно-поворотний 40, 41
- упряжний 41, 42

Провід електричний 138

Противага крана

- ЕДК-500 188
- ЕДК-1000 190
- КЖ 160
- КЖ-1572 (висувна) 238
- Multi Tasker KRC 244

Реєстратор параметрів 75

Режим навантаження крана 12,13

Реле 26

- електричне 127
- контролю активної потужності 127
- максимального струму 137
- теплове 127
 - будова 135
- часу 127

Реостат (змінний резистор) 125

Рубильник 123

Сельсин 131

Стеатит 136

Стійкість крана

- вантажна 24
- перевірка 26

- власна 24
- перевірка 31

Стріла крана

- верхня частина (на прикладі крана ЕДК- 2000) 209
- ЕДК 207
- КЖ-562 166
- КЖДЭ-16 трубчастої конструкції 166
- опора
 - ЕДК-500 208
 - ЕДК-1000/2
- телескопічна (на прикладі крана КЖ-971) 224

Строп 51

- види 52
- класифікація 51
- конструкція 52

Струмоприймач кільцевий 129

Схема крана електрична 78

- умовні позначення 81

Схема крана кінематична

- ЕДК-300/2 216
- ЕДК-500 217
- ЕДК-1000/2 218
- ЕДК-2000 219, 220
- КЖДЭ-16 150

Схеми запасування канатів крана ЕДК-1000/2 212

Технічні характеристики крана

- ЕДК-300/2 187
- ЕДК-300/5 239
- ЕДК-500 190
- ЕДК-500/ТС 241
- ЕДК-1000/2, ЕДК- 1000/4 192
- ЕДК-2000 196

- КДЭ-161, КДЭ-163, КДЭ-253 142
- КЖ-462, КЖ-562, КЖ-662 152
- КЖ-971 232
- КЖ-1471 234
- КЖ-1572 236
- КЖДЭ-16, КЖДЭ-25 148
- КС-7Ж72 227
- КС-6Ж71, КС-6Ж72, КС-7Ж71, КС-8Ж71, КС-9Ж71 229
- Multi Tasker KRC 243

Траверса вантажна 53, 54

Феродо 65

Фехраль 126

Ходова платформа крана

- ЕДК-300/2 198
- КДЭ-163 155

Ходова частина крана 39

Ходовий візок

- крана ЕДК- 300/2, ЕДК-500 202
- крана ЕДК-1000/4 201
- підстрілової самохідної платформи крана ЕДК-1000/4 204

Шнур електричний 138

