ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы
Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

М.Ү. Бимбетов

АШЫҚ КЕН ҚАЗУ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ТАСЫМАЛДАУ МАШИНАЛАРЫ ЖӘНЕ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫ

Университеттің Ғылыми-әдістемелік
кеңесі оқу құрамы ретінде ұсынған

Алматы 2016

ӘОЖ 622.68.(75.8)
КБЖ 33.16 я73
Б 54

Пікір жазғандар:
Едігенов Е.К., техн. ғыл. док-ры, профессор, Д.А. Қонаев атындағы Кен істері институты;
Молдабаев С.К., техн. ғыл. док-ры; профессор, Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ;
Шаймарданов М.А., техн. ғыл. кандидаты, «Казэкспосервис» бірлескен кәсіпорынның бас директоры.

Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігінің 2016 жылғы басылым жоспары бойынша басылды.

Бимбетов М.Ұ.
Б54 Ашық кен қазу жұмыстарының тасымалдау машиналары және қондырғылары: Оқу құралы./ М.Ұ. Бимбетов – Алматы: ҚазҰТЗУ, 2016. – 177 б; Сурет 54; Кесте 8. Библиогр. – 19 атау.

ISBN 978-601-228-961-9

Оқу құралында ашық кен қазу жұмыстары кезіндегі тасымалдау машиналары мен қондырғыларының түрлері, жіктелуі, құрылысы және қолдану аймағы, олардың теориялық негіздері мен пайдалану есептеулері баяндалған.

Оқу құралы 5В070700, 5В072400 мамандықтарының типтік оқу бағдарламаларына сәйкес құрастырылған.

Оқу құралы жоғары техникалық оқу орындарының "Технологиялық машиналар және жабдықтар", "Машина жасау технологиясы", "Тау-кен ісі" мамандықтарының студенттеріне, осы мамандықтардың магистранттары мен аспиранттарына арналған, сол сияқты тау-кен саласында істейтін инженер мамандарға да пайдалы болуы мүмкін.

ӘОЖ 622.68.(75.8)
КБЖ 33.16 я73

ISBN 978-601-228-961-9

© М.Ұ. Бимбетов, 2016
© ҚазҰТЗУ, 2016

КІРІСПЕ

Қазіргі кезде елімізде пайдалы кен орындарын ашық тәсілмен қазып алу кезінде қуатты техникаларды пайдаланатын ірі тау-кен кәсіпорындары жұмыс істеуде.

Ашық тәсілмен қазып алудың дамуы қайта өңдейтін тау-кен массасының көлемінің артуымен және тау-кен геологиялық жағдайы күрделі жаңа кен орындарын қазумен тығыз байланысты.

Қазіргі уақытта жоғары өнімділіктегі тиеу машиналарын пайдаланатын карьерлерде көлемі жүздеген мың текше метр болатын пайдалы қазбаларды және бос жыныстарды тасымалдауға тура келеді.

Бос жыныстар мен пайдалы қазбаларды тасымалдау ашық тау-кен жұмыстарының технологиялық комплекстерінің еңбекті ең көп қажет ететін процестерінің бірі болып саналады. Карьердегі жалпы жұмыс құнының 40-50%-ы тасымалдау құнын құрайды.

Карьер көлік құралдарының негізгі қызметі тау-кен массасын экскаватор забойынан түсіру орындарына дейін тасып жеткізу болып табылады. Түсіру орындарының түрлері бұл: бос жыныстар үшін – үйінділер; пайдалы қазбалар үшін – тұрақты немесе уақытша қоймалар, ұсақтау, сұрыптау, байыту, агломерациялау және кесекшелеу фабрикаларының қабылдау бункерлері.

Карьерлік көліктің бірқатар ерекшеліктері болады: тиеу орындары, кейде түсіру орындары, тау-кен жұмыстарының алғы шебінің өзгеріп отыруына байланысты олар да әрдайым өз орындарын өзгертіп отырады. Бұл көлік коммуникациялары және жабдықтары (темір жол жолдарының, автомобиль жолдарының, конвейерлердің) мезгіл-мезгіл қозғалтып немесе қайта құрастырып отыруды қажет етеді; карьерлік көлік құралдарының үзілісті әсер ететіндері (темір жол, автомобиль көліктері және т.б.) циклмен тиеу, жүкпен қозғалу, түсіру және қайта бос оралу операцияларымен сипатталады; терең және таулы кен орындарын қазу кезінде карьерден тасымалдау жолының еңістігінің үлкен болуы; кен және тасымалдау жабдықтарын (экскаваторлар мен

жылжымалы құрамның) тиімді пайдалану үшін олардың параметрлерін өзара үйлестіру қажеттілігі.

Карьер көлігіне қойылатын негізгі талаптар: берілген көлемді тасымалдауды қамтамасыз ету; тоқтаусыз жұмыс істеу; тасымалдау кезінде негізгі және қосалқы процестерді механикаландыру, автоматтандыру арқылы еңбек қажеттілігін және жұмыс құнын азайту; көлік құралдарының жоғары сенімділікте болуы; қозғалыс және жұмысты жүргізу қауіпсіздігі.

Ашық тау-кен жұмыстарының келешектегі дамуының негізгі шарттары бұл жоғары өнімділіктегі карьерлік көлік құралдарын қолдану және оның жұмысын ұйымдастыру деңгейін күрт арттыру болып табылады.

Кен орындарының тау-кен геологиялық сипаттамаларының әр алуандығы оларды ашу тәсілдерінің, сұлбаларының және көлік түрлерінің әртүрлі болуына алып келеді.

Біздің елімізде және шет елдерде карьерлерде кең тараған көлік түрлері бұлар темір жол, автомобиль және конвейерлік көліктер, сол сияқты олардың құранды түрлері.

Осыдан басқа сым арқанды көлік, ауалық сым арқанды, ысырмалап тасымалдау және гидравликалық көліктер қолданылады.

Қазіргі кезде ашық тау-кен жұмыстарында ағымдық өндірісті қамтамасыз ететін көлік сұлбалары мен құралдарын қолдану ең басты бағыт болып табылады.

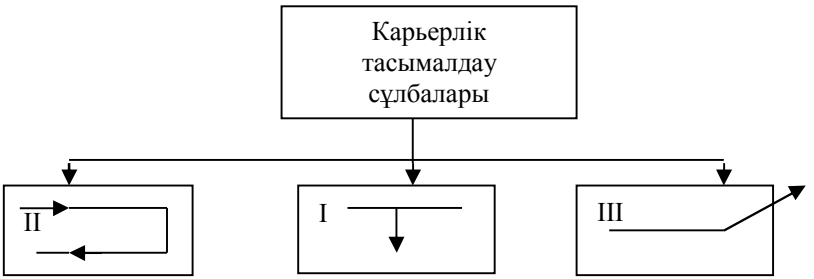
1. КАРЬЕРЛІК КӨЛІК КОМПЛЕКСТЕРІ МЕН МАШИНАЛАРЫНЫҢ ТЕОРИЯСЫ, ЕСЕБІНІҢ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУДЫҢ ЖАЛПЫ СҰРАҚТАРЫ

1.1. Карьерлік көліктің комплекстері мен сұлбалары

Карьерлік көліктің комплексі деп негізгі және қосалқы жабдықтарды (басқару және автоматтандыру құралдарын қоса), сол сияқты кен орындарын ашық қазып алу кезінде тау-кен массасын тасымалдауға арналған көлік коммуникацияларын біріктіріп басқарылатын жүйені айтады.

Ашық қазып алу кезінде негізгі тасымалдаушы процеске жыныстарды бос жыныс забойынан байыту немесе агломерация фабрикаларына, қоймаларға, тиеу орындарына немесе тікелей тұтынушыларға жеткізу болып табылады. Қосалқы тасымалдаушы процеске карьердің ішінде және жер бетінде адамдарды тасу, тау-кен жұмысының алғы шебінің жылжуына байланысты, ізінше көлік коммуникацияларының орнын ауыстыру, материалдарды, қосалқы бөлшектерді және басқаларды тасымалдау жатады.

Кен орындарын ашық тәсілмен қазып алуда тау-кен техникалық жағдайларының әртүрлілігі, карьерлік көліктің сұлбаларының әртүрлі болуына алып келеді (1.1-сурет).



1.1-сурет. Карьерлік тасымалдау сұлбалары

Карьерлік тасымалдау сұлбалары тау-кен массасын тасымалдау бағыты бойынша үш топқа бөлінеді: I – қазылып алынған кеңістікке карьерді кесе көлденең қысқа жолмен тасымалдау сұлбасы; II – қазылып алынған кеңістікке карьердің периметрі бойынша тасымалдау сұлбасы; III – карьерден сыртқа тасымалдау сұлбасы.

Бос жыныстарды тасымалдау үшін кен орнын қазып алу жағдайына байланысты барлық үш топтың сұлбалары қолданыла береді. Ал карьерден сыртқа тасылатын пайдалы қазбаларды тасымалдау үшін III топ сұлбасы қолданылады [1,2].

Карьерлік көліктің түрін және жабдықтарын таңдау бірқатар факторлармен анықталады: тасымалданатын жүктің сипаттамасы; тасымалдау арақашықтығы; жұмыс масштабы мен олардың даму қарқыны.

Көліктің немесе көлік комплексінің түрі тау-кен массасын тасымалдау құралдарымен анықталады. Әрбір көлік түріне белгілі жабдықтар, коммуникациялар, сұлбалар және жұмысты ұйымдастыру сәйкес келеді.

Карьерлік көліктің жабдықтары бірқатар белгілері бойынша келесідей бөлінеді: әсер ету принципі бойынша – үзілісті және үздіксіз тасымалдау машиналары; жүк алып жүруші мүше мен жүктің қозғалып жылжу тәсілі бойынша – тартқыш күшті үйкеліспен беру, іліп тарту, электрлі магнитті күш көмегімен, сұйық ағымында тасымалдау машиналары; қозғалып жылжу тәсілі бойынша – доңғалақты және шынжыр табанды жүріспен; жетек түрі бойынша – электрлі, дизельді, гидравликалық, пневматикалық жетектермен.

1.2. Тасымалданатын жүктердің сипаттамалары

Карьерлерде тасымалданатын негізгі жүктер – пайдалы қазба мен бос жыныстар үйінді жүктерге жатады.

Тау-кен жыныстары тасымалдау процестеріне әрқилы әсері бойынша, әртүрлі қасиеттерімен сипатталады. Көлік құралдарын таңдау және тасымалдау тиімділігіне әсер ететін негізгі факторларға жүктердің кесектігі, тығыздығы, абразивтілігі (түрпілігі), табиғи қиябет бұрышы және ылғалдылығы жатады.

Үйінді жүктің кесектігі немесе түйіршіктік құрамы деп тау-кен массасындағы әртүрлі іріліктегі кесектердің сандық қатынастағы құрамын айтады.

Ірілік біркелкілігі бойынша жүктер сұрыпталған және қатардағы болып бөлінеді [3-5]. Үйінді жүктің кесектері өлшемдерінің біркелкілік дәрежесі біркелкілік коэффициентімен сипатталады

$$k_{б} = a_{\max} / a_{\min}, \qquad (1.1)$$

мұндағы $a_{\max}, a_{\min}$ – үйіндідегі ең үлкен және ең кіші бөлшектердің өлшемдері.

Егер $k_{á} \geq 2,5$ болса үйінді жүк қатардағы, ал $k_{á} < 2,5$ болса сұрыпталған деп аталады.

Сұрыпталған жүктер кесектердің орташа өлшемдерімен сипатталады

$$a_{орт} = \frac{a_{\max} + a_{\min}}{2}. \qquad (1.2)$$

Карьерлерде үйінді жүктер кесектердің ірілігі бойынша мынадай топтарға бөлінеді:

Ұсақ кесекті – 100 мм дейін;

Орташа кесекті – 100-500 мм;

Ірі кесекті – 500 мм жоғары.

Тығыздық деп материал массасының оның көлеміне қатынасын айтады. Тығыздықтың екі түрі болады, табиғи күйіндегі (массивтегі) – γ (т/м^3), немесе қопсытылған күйіндегі (үйінді тығыздығы) – $\gamma_к$ (т/м^3).

Карьерлерде жүктер тығыздық шамасына γ (т/м^3) байланысты былай жіктеледі:

Жеңіл – 1,0-2,0;

Орташа – 2,0-2,5;

Ауыр – 2,5 -3,0;

Өте ауыр – 3-4.

Жүктің массивтегі тығыздығының γ оның қопсытылған тығыздығына $\gamma_к$ қатынасы қопсытылу коэффициенті деп аталады, яғни:

$$k_{қ} = \frac{\gamma}{\gamma_к} > 1. \qquad (1.3)$$

Қопсытылу коэффициенті $k_{қ}$ қопсытылған жыныстың түйіршіктік құрамына, кесектердің пішініне байланысты болады, оның шамасы тау жынысының сипаты мен оның ұсақталу сапасын анықтайды.

Тасты, жартылай тасты жыныстарда қопсытылу коэффициент шамасы 1,3-1,5, ал борпылдақ жыныстарда 1,1-1,3 шамасында болады.

Үйінді жүктің абразивтілігі (түрпілігі) деп оның кесектерінің (бөлшектерінің) тиеу, тасымалдау, түсіру кезінде олармен жанасқан беттерді қажап, үйкелеп, жұқартып немесе тесіп жіберу қабілетін айтады.

Үйінді жүктердің абразивтілік дәрежесіне (кесектердің пішініне, домалақтығына, үшкірлігіне және қаттылығына) байланысты жыныстарды төрт категорияға бөлуге болады: А – абразивті емес, В – аз абразивті, С – орташа абразивті, Д – қатты абразивті. Абразивті еместерге шымтезек (торф), бор жыныстары; аз абразивтілерге – топырақ, қиыршық тас, ірі құмдар, көмір; орташа абразивтілерге – қож (шлак), мырыш рудалары, құм; қатты абразивтілерге – темір рудасы, ұсақталған тастар жатады.

Үйінді жүктің тыныштықтағы табиғи қиябет бұрышы деп сусымалы массаның еркін беті мен горизонталь жазықтық арасындағы бұрышты айтады. Бұл масса бөлшектерінің өзара жылжымалық дәрежесін сипаттайды. Бөлшектердің өзара жылжымалылығы үлкен болған сайын оның табиғи қиябет бұрышы азая түседі.

Карьерлерде тасымалданатын тасты жыныстардың көпшілігінің табиғи қиябет бұрышы $30\text{-}45^0$ болады.

Жыныстың ылғалдылығы деп жыныста болатын судың салыстырмалы мөлшерінің пайыздық шамасын айтады. Жыныстың ылғалдылығы артқан сайын олардың көлік құралдарының жұмысшы беттеріне жабысуына және қатып қалуына байланысты түсіру кезінде қиыншылықтар тудырады.

1.3. Тасымалдау машиналарының өнімділігі

Тасымалдау машинасының (қондырғысының) өнімділігі деп – уақыт бірлігінде тасымалданатын жүктің мөлшерін айтады.

Ашық тәсілмен қазып алу кезінде тасымалданатын пайдалы қазбаның мөлшері әдетте масса бірлігімен (т/сағ), ал бос жыныстар – көлемдік бірлікпен ($м^3$/сағ) өрнектеледі.

Тасымалдау машинасының өнімділігі оның конструкциялық параметрлерімен, қазылып жатқан жыныстардың сипаттамасымен және көлік құралының жұмысының технологиялық ерекшеліктерімен, жөндеуге кететін уақыт шығыны және басқа ұйымдастырушылық себептерінен болатын іркілістермен сипатталады. Сондықтан өнімділікті үш түрге бөледі: теориялық немесе есептік, техникалық немесе паспорттық және пайдалану немесе нақты өнімділік.

Теориялық өнімділік деп машинаның конструкциялық параметрлеріне байланысты уақыт бірлігінде тасымалданатын жүктің мөлшерін айтады, ($м^3$/сағ) немесе (т/сағ) өрнектеледі.

Үзілісті әсер ететін машиналар үшін

$$Q_{ц.теор} = V_к/T_р,\ м^3/сағ, \qquad (1.4)$$

немесе

$$Q_{ц.теор} = q/T_р,\ т/сағ, \qquad (1.5)$$

мұндағы $V_к$ – жүк алып жүруші мүшенің (вагонның немесе автомобильдің шанағы) сыйымдылығы, $м^3$; q – көлік құралының жүк көтергіштігі, т; $T_р$ – жұмыс циклінің немесе рейстің ұзақтығы, сағ.

Жұмыс циклінің (рейстің) ұзақтығы $T_р$ тасымалдаушы машинаның жүкпен жүрген, бос қайтқан, іркілістер, тиеу және түсіру уақыты және қозғалыс жағдайларына байланысты іркілістер уақытының қосындысына тең болады.

Үздіксіз әсер ететін машиналар (қондырғылар) үшін

$$Q_{н.теор} = 3600 \cdot F_0 \cdot \upsilon,\ м^3/сағ, \qquad (1.6)$$

немесе

$$Q_{н.теор} = 3600 \cdot F_0 \cdot \gamma_к \cdot \upsilon,\ т/сағ, \qquad (1.7)$$

мұндағы F_0 – конвейер таспасының үстіндегі жүктің көлденең қимасының ауданы, $м^2$; υ – конвейер таспасының қозғалыс жылдамдығы, м/с; $\gamma_к$ – тасымалданатын жүктің қопсытылған немесе үйінділік тығыздығы, $т/м^3$.

Жүк бөлек ыдыстарда тасымалданатын үздіксіз әсер ететін көлік қондырғылары үшін, мысалы, сым арқанды аспалы жолдарда немесе шөмішті элеваторларда, теориялық өнімділік

$$Q_{\text{н..теор}} = 3600 \frac{V}{a} \cdot \upsilon, \text{ м}^3/\text{сағ}, \qquad (1.8)$$

мұндағы V – жүк алып жүруші мүшенің сыйымдылығы, $м^3$;
a – бөлектенген ыдыстар арақашықтығы, м; υ – қозғалыс жылдамдығы, м/с.

Техникалық өнімділік деп тасымалданатын жыныстың физика-механикалық қасиеттерін, тасымалдау машиналарының жүк көтергіштігін немесе сыйымдылығын, сол сияқты машина жұмысы кезінде сөзсіз болатын технологиялық үзілістерді ескеретін бір сағатта тасымалданатын жүктің мөлшерін айтады.

Үзілісті әсер ететін машиналар үшін

$$Q_{\text{ц..тех}} = \frac{V_к \cdot k_v}{T_p^{'}}, \text{ м}^3/\text{сағ}, \qquad (1.9)$$

немесе

$$Q_{\text{ц..тех}} = \frac{q \cdot k_q}{T_p^{'}}, \text{ т/сағ}, \qquad (1.10)$$

мұндағы k_v, k_q – сыйымдылықты және жүк көтергіштікті пайдалану коэффициенттері; $T_p^{'}$ – технологиялық іркілістерді, еріксіз тоқтап қалуды ескеретін рейстің ұзақтығы (мысалы экскаватор маңында көлік ауысуы кезінде), сағ.

Үздіксіз әсер ететін машиналар (қондырғылар) үшін

$$Q_{\text{н.тех}} = 3600 \cdot F_0 \cdot k_F \cdot \upsilon, \text{ м}^3/\text{сағ}, \qquad (1.11)$$

немесе

$$Q_{\text{н.тех}} = 3600 \cdot F_0 \cdot \gamma_к \cdot k_F \cdot \upsilon, \text{ т/сағ}, \qquad (1.12)$$

мұндағы $k_F=k_\varphi \cdot k_т$; k_φ – таспа үстіндегі материалдың табиғи қиябет бұрышын ескеретін коэффициент; $k_т$ – қоректендіргіш немесе қайта тиегіш бункерлерін қайта орнату немесе жылжытулардан конвейердің өнімділігінің төмендеуін ескеретін коэффициент.

Пайдалану немесе нақты өнімділік деп тасымалдау машиналарының сенімділігін, жоспарлы жөндеу уақыттарын, аусымды (сменаны) қабылдау және тапсыру кезіндегі іркілістерді, климаттық жағдайларды, мерекелік және демалыс күндерді, жұмыстың маусымдылығын ескеретін ұзақ мерзім уақыт бірлігіндегі (тәулік, ай, жыл) тасымалданатын жүктің мөлшерін айтады.

Жылдық пайдалану немесе нақты өнімділік

$$Q_{нақ} = Q_{тех} \cdot T_{жұм} \cdot k_Д, \text{ м}^3\text{/жыл немесе т/жыл}, \qquad (1.13)$$

мұндағы $Q_{тех}$ – тасымалдау машинасының техникалық өнімділігі, $м^3$/сағ немесе т/сағ; $T_{жұм}$ – тасымалдау машинасының бір жыл ішіндегі жұмысының сағаттық саны, сағ; $k_Д$ – машинаның дайындық коэффициенті.

$$T_{жұм} = T_к – T_{жос.р} – T_{кл} – T_{мер.д} – T_{реж} – T_{қаб.т}, \text{ сағ}, \qquad (1.14)$$

мұндағы $T_к$ – бір жылдағы календарлық уақыт (8760 сағ); $T_{жос.р}$ – машинаның жоспарлы жөндеуіне кеткен уақыт, сағ; $T_{кл}$ – жұмыстың климаттық себептерге немесе маусымдық жұмысқа байланысты іркіліс уақыты, сағ; $T_{мер.д}$ – мерекелік және демалыс күндер уақыты, сағ; $T_{реж}$ – аусымның (сменаның) ұзақтығымен және тәуліктегі аусым санымен анықталатын уақыт жоғалымы, сағ; $T_{қаб.т}$ – аусымды (сменаны) қабылдау-тапсыру уақыты, сағ.

Тасымалдау машинасының жалпы жұмыс сағат саны көп факторларға байланысты болады. Қалыпты жұмысты ұйымдастыру жағдайында, техникалық қызмет жасау және жөндеу кезінде карьерлерде тасымалдау машиналарының жұмыс уақыты 5500-6500 сағат болу керек [6].

2. КАРЬЕРЛІК ТЕМІР ЖОЛ КӨЛІГІ

2.1. Темір жол құрылысы, трассасы және сұлбалары

Темір жол төменгі және жоғарғы құрылымнан тұрады. Төменгі құрылымға топырақты төсем және жасанды құрылыс, ал жоғарғы құрылымға рельстер, бекіткіштер, шпалдар және балласт жатады.

Су бұрғыш құрылғысы бар топырақты төсем темір жол жолының іргетасы (табаны) болып саналады, оның дұрыстығына бүкіл жолдың күйі байланысты болады.

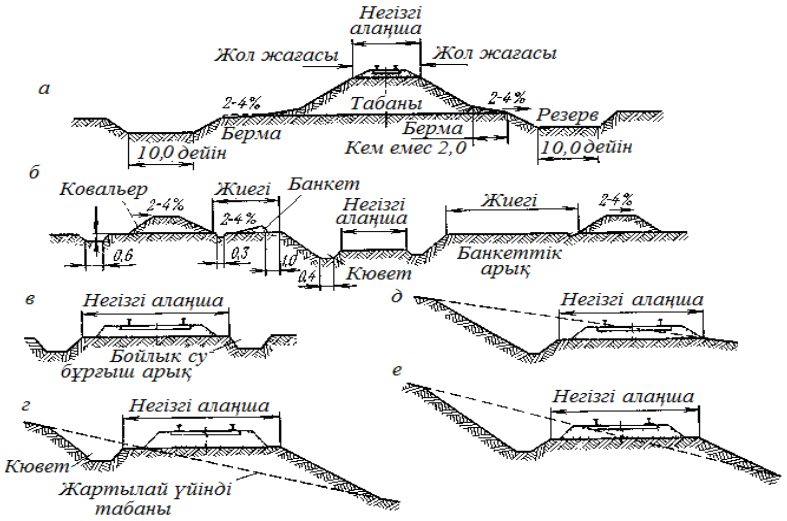
Жолдың жоғарғы құрылымы орналасқан топырақты төсемнің бір бөлігі негізгі алаңша деп аталады. Негізгі алаңшаның ені жол табан еніне, жолдар санына және топырақ сипатына байланысты болады.

Топырақты төсемнің көлденең профильдік пішіні үйінділі, шұңқырлы, нөлдік орынмен, жартылай үйінділі, жартылай шұңқырлы түрінде жасалынады (2.1-сурет). Топырақты төсемнің көлденең профилін жасағанда оның (топырақты төсемнің) тұрақтылығы қамтамасыз етілуі керек, оған су тимейтіндей, ал су тиетіндей болса, оны бұрып алып кету мүмкін болатындай етіп орындалуы керек.

Карьерлер жағдайында үйінділер үйінділеу кезінде, сол сияқты карьерден үйіндіге дейін болатын ойлы-қырлы жерлерде жол салғанда жасалынады. Карьерлік жағдайларда шұңқырлыққа тән нәрсе бұл шығу траншеясы болып табылады. Жартылай шұңқырлы және жартылай үйінділер кемерлерді кесу, траншеяларды қазу немесе тау беткейлерінде үйінді салу кезінде жасалынады.

Үйінділер мен шұңқырлар баурайының тіктігі баурай биіктігінің оның горизонталь проекциясына қатынасымен өлшенеді. Әдетте биіктігі 10м болатын үйіндінің баурайының тіктігі 1:1,5, ал үлкен биіктікте баурай тіктігі 1:1,75; 1:2 дейін жайпақталынады.

Топырақты төсемнің жер беті және жер асты суларынан бұзылып кетпес үшін су бұрғыш құрылғылары қарастырылады.



2.1-сурет. Топырақты төсемнің көлденеңдік профилі:
а – үйінді; б – шұңқыр; в – нөлдік орын; г – жартылай үйінді; д – жартылай шұңқыр; е – жартылай үйінді-жартылай шұңқыр

Карьерлік жағдайларда су бұрғыш құрылғылары құрылымдарының кемерлік және үйінділік жолдардағы топырақты төсемді судан аман сақтап қалуда маңызы өте зор.

Темір жол әртүрлі кедергілермен қиылысқан кезде (мысалы, өзендер, жарлар, автомобиль және темір жол жолдары және басқалар) жасанды құрылыстар тұрғызылады. Олар көпірлер, жол өткелдері, эстакадалар, виадуктер, құбырлар (трубалар), науалар, тоннельдер, тректі қабырғалар.

Рельстер қозғалып келе жатқан жылжымалы құрамның (составтың) доңғалақтарын бағыттап отыру үшін, жолдың жоғарғы құрылымының астындағы элементтерге қысымды қабылдап және беру үшін қызмет атқарады.

Доңғалақтар рельстермен қозғалысы кезінде оларға вертикальды және горизонтальды күштерді түсіріп, рельстердің вертикаль және горизонталь жазықтықтарында майысуына, бұралуына, қажалуына алып кеп соғады. Вертикальды күш ең үлкен болғандықтан рельстің көлденең пішіні, қимасы қос

тавролы болып, оның майысуына жол бермейді. Қазіргі уақытта елімізде кең табанды рельстер қолданылады, олар бастан, мойыннан және табаннан тұрады.

Карьерлерде қолданылатын рельстердің мынадай түрлері болады: Р75, Р65, Р50, Р43 т.б. Табан жол ені 1520мм – кең табанды жол және 750, 900, 1000мм – тар табанды жол деп аталады.

Рельстердің стандартты ұзындығы: кең табанды жол үшін – 12,5 және 25м, ал тар табанды жол үшін – 7-8м болады. Ұзындығы 25м болатын рельстерді қолданғанда рельстердің түйіскен жерлер саны азайып, жолдың иілгіштігі артып, түйіскен жерлерді бекітуге кететін металл шығыны азаяды.

Зақымданған рельстер қозғалыс қауіпсіздігіне қауіп төндіреді, сондықтан олар тез ауыстырылуы қажет. Негізгі зақымдануларға сынған жерлер, рельс басының немесе табанының сынып түсуі, түйіскен жерлердегі болт салатын тесіктердің жарылуы, сызаттануы жатады.

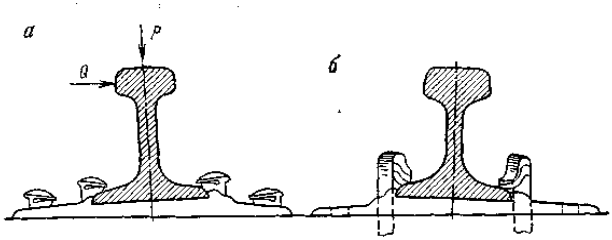
Рельсті бекіткіштер аралық және жапсарлаушы болып екіге бөлінеді. Аралық бекіткіштер рельстерді шпалдармен, ал жапсарлаушы бекіткіштер рельстерді өзара қосу үшін қолданылады.

Рельсті аралық бекіткіштер комплектісіне төсеніштер, бекітпелер (сүре, үлкен шегелер, шуруптар, болттар) және аралық төсемдер кіреді.

Төсеніштер, аралық төсемдер жылжымалы құрамның (составтың) соққыларын жұмсартып, шпалдардың қызмет ету мерзімін ұзартуға, рельстердің жанына қарай жылжуларын азайтуына мүмкіндік жасайды.

Аралық рельсті бекіткіштерге қойылатын негізгі талаптарға мыналар жатады: конструкциясының, жинаудың және ажыратудың қарапайым болуы; рельстердің шпалдармен сенімді бекітілуі; табанды жол енін реттеу мүмкіндігінің болуы.

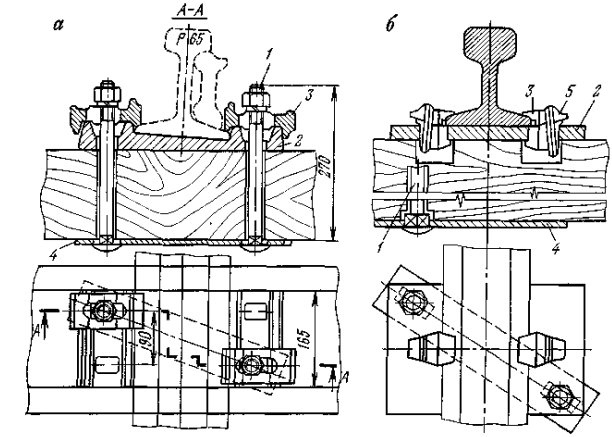
Карьерлік жолдарда рельстердің шпалдарға сүре шегелермен (костылями) бекітудің қарапайым түрі кеңінен таралған (2.2-сурет). Суреттен көрініп тұрғандай (2.2, а-сурет) ішкі сүре шегелер горизонталь күштен сығылуға кедергі жасайды. Сүре шегенің жаңа шпалдан жұлыну кедергісі 20кН шамасын құрайды, (ал бір жыл пайдаланғаннан кейін 6-7кН құрайды). Сығылуға кедергі күші осыдан 1,3 есе аз болады.



2.2-сурет. Рельстердің сүре шегелермен бекітілуі

Серіппелі сүре шегелерді немесе әртүрлі қыспаларды пайдаланған кезде рельс төсенішке қатты серпімді түрде қысылады, осының арқасында шпалға берілетін соққылар жұмсарады (2.2,б-сурет). Серіппелі сүре шегелердің жай сүре шегелерге қарағанда жұлынуға кедергісі жоғары болады.

Болттық бекіткіштер үшін арнайы екі ребордалы төсеніштер және екі қыспақша пайдаланылады (2.3, а-сурет). Бұл кезде қайта төсеу кезінде рельстік буындарды балласттан алу алдында жолды тазалау бойынша жұмыс көлемі қысқарады. Әрбір қыспақшаның ұзын тесігі (прорезі) болады, ол гайканы босатып және қыспақшаны бір жағына итеріп қойып рельсті босатып алуға мүмкіндік береді.



2.3-сурет. Рельстердің болттық бекітілуі:
1 – болт; 2 – төсеніш; 3 – қыспақша; 4 – шпал асты төсеніш; 5 – сына

Сыналы болттық бекіту түрі (2.3,б-сурет) үздіксіз әсерлі жол жылжытқыштармен жолдарды жылжыту кезінде қолданылады. Бұл кезде төсеніш шпалға тесіп өтетін болттармен рельске тиіспей бекітіледі, ал рельс өз бетінше төсенішпен бекітіледі. Рельс төсенішке екі қыспақшамен бекітіледі, олар төсеніш тесігіне қойылып сынамен сыналанады. Бекітуді ажырату сыналарды суырып алумен жүзеге асырылады.

Сүре шегелерге қарағанда рельстерді шпалдарға бекіту үшін шурупты, болттарды пайдаланған анағұрлым тиімді болып табылады.

Шпалдар темір жолдың табанды жолындағы рельс жіптерін қосу үшін және жылжымалы құрам (состав) қысымын балласт қабатына беру үшін қызмет атқарады. Шпалдардың арасы 25 см кем болмау керек, ал рельстер түйісетін жерде бұл арақашықтық азаюы мүмкін.

Шпал материалы ретінде ағаш, темір бетон және металл пайдаланылады. Осылардың ішіндегі ең көп тарағаны ағаш шпалдар, олар серпімді, жеңіл, арзан және жол жұмыстары кезінде қолайлы болып саналады. Кемшілігі қызмет жасау мерзімінің аздығы. Табанды жол ені 1520 мм үшін шпал ұзындығы 2,75м, ал 750 мм табанды жол үшін – 1,5 м.

Темір бетонды шпалдар станционарлы жолдарда қолданылады. Олардың артықшылығы қызмет жасау мерзімінің ұзақтығы. Германия көмір карьерлерінде кейбір жағдайларда металл шпалдар пайдаланылады. Металл шпалдардың құны ағаш шпалдарға қарағанда 2-3 есе қымбат, бірақ металл шпалдардың қызмет жасау мерзімі 15-20 жылға дейін болады.

Балласт стационарлы темір жолдарда топырақты төсемге берілетін жылжымалы құрамның (составтың) қозғалыс кезіндегі соққыларын жұмсартып, қысымын бірқалыпты таратып отыру үшін, сол сияқты жер бетіндегі суларды ағызып отыру үшін, топырақты төсемді қатып қалудан сақтап, рельсті шпалды тордың жылжып кетпеуі үшін қызмет атқарады.

Балласт материалы ретінде өлшемі 20-70 мм болатын ұсақталған тастар, ұсақ жұмыр тастар, қиыршық тастар, ірі түйіршікті құмдар пайдаланылады.

Рельсті шпалды торды тұтас қозғалтып, жылжытып отыратын жолдарда балласт ретінде бос жыныстар, байыту қалдықтары, көмір пайдаланылады.

Табанды жол ені 1520 мм болатын стационарлы жолдарда балласт қабатының қалыңдығы 0,25-0,40 м, ал көшпелі жолдарда 0,15-0,25 м болады.

Темір жолдың жоғарғы құрылымының конструкциясын таңдау әртүрлі вариантарды техника-экономикалық жағынан бағалау және жолдың беріктігін есептеу негізінде жүргізіледі.

Трасса деп кеңістікте темір жол осінің орнын анықтайтын сызықты айтады. Трассаның горизонталь жазықтықтағы проекциясын жол жоспары деп, ал вертикаль жазықтықтағы жазылған (жайылған) трасса проекциясын темір жолдың бойлық профилі деп атайды.

Темір жол трассасының жоспары карьер алабы өлшемімен, карьердің тереңдігімен және бойлық профиль элементтерімен анықталады (2.4-сурет).

Егер трасса ұзындығы бүкіл ұзына бойы бір бағытта болса, онда оның жоспары қарапайым пішінде (формада) болады, оны 1) қарапайым формалы трасса деп атайды (2.4, а-сурет).

Егер трасса ұзындығы карьер бортының ұзындығынан артық болса, онда мынадай екі жағдай болуы мүмкін:

2) тұйық формалы трасса (2.4, б-сурет);

3) спиральды трасса (2.4, в-сурет).

Темір жол профилі вертикаль жазықтықта горизонталь (алаңшалардан) және еңкіш учаскелерден тұрады. Еңкіш учаскелерді еңістік деп атайды. Қозғалыс бағытына байланысты еңістік өр немесе ылди болуы мүмкін.

Жол еңістігі i мыңдық бірлікте өлшеніп, учаскенің басы мен аяғының деңгейлік айырмасының h, осы учаскенің горизонталь проекциясына S қатынасымен анықталады. Мысалы, егер h=40м, ал S=1000м болса, онда еңістік

$$i = tg\alpha = \frac{h}{S} = \frac{40}{1000} = 0{,}040 \qquad (2.1)$$

Еңістік ондық бөлшектен басқа, промильмен белгіленеді, 0,040 шамасын 40‰ деп белгілеуге болады.

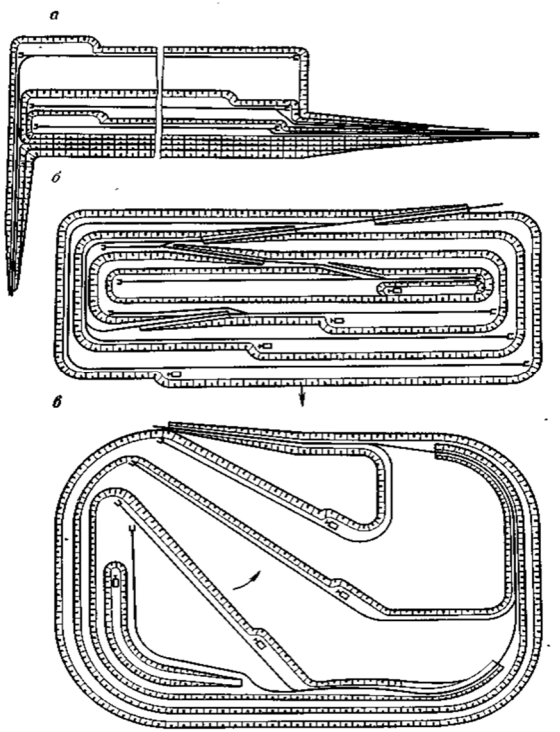
Жетекші еңістік деп поездың массасы анықталатын жолдың ең үлкен ұзақ еңістігін айтады.

Жетекші еңістіктің темір жол көлігінің тартқыштық және пайдалану есептеулері үшін шешуші мәні бар.

Техникалық пайдалану ережелеріне сәйкес, электровоздық тарту кезінде жетекші еңістік 45 ‰ аспауы керек.

Қазіргі кезде карьерлерде электровоздық тасымалдау кезінде өте кең таралған жолдың жетекші еңістігі 40‰ болып табылады.

Бойлық профиль мынадай масштабтарда салынады: горизонтальды жазықтықта 1:10000 немесе 1:5000 және вертикальды жазықтықта 1:1000 немесе 1:500.



2.4-сурет. Темір жол жолдарының жоспардағы трасса формалары:
а – қарапайым; б – тұйық; в – спиральды

Темір жолдармен поездардың қауіпсіз қозғалысы үшін жол элементтерінің, тұрақты құрылыстардың және жылжымалы құрамның (составтың) бір-бірімен байланысқан шектік кескіндері қажет болады. Осы мақсатпен құрылыстардың габариттік жақындауы және жылжымалы құрамның габариті анықталады.

Темір жол құрылыстарының жақындау габариті деп құрылыстардың және станция құрылғыларының ешқандай бөлігі ішіне кіріп кетпейтін шектік көлденеңдік кескенді айтады.

2.2. Рельсті табанды жол және стрелкалы ауыстырғыш құрылысы

Рельсті табанды жол енімен, рельстердің еңістігімен, түзу және қисық учаскелерде рельстердің өзара орналасу деңгейлерімен, жоспардағы және профильдегі қисықтығымен сипатталады.

Рельсті табанды жол ені деп рельс бастарының ішкі жақтары арасының жол осіне перпендикуляр өлшенген арақашықтығын айтады. Ашық кен қазу жұмыстарында табанды жол енінің төрт түрі қолданылады: 1520, 1000, 900, 750мм.

Осының ішінде стандарттылары кең табанды жол үшін 1520 мм, ал тар табанды жол үшін 750 мм. Басқа шет елдерде стандартты болып 1435 мм табанды жолдар қолданылады.

Жолдың түзу учаскелерінде қалыпты еннен ауытқулар болады, 1520 мм табанды жол үшін кеңею 6 мм, ал тарылу 4 мм; 750 мм тар табанды жол үшін кеңею 4 мм, тарылу 2 мм рұқсат етіледі.

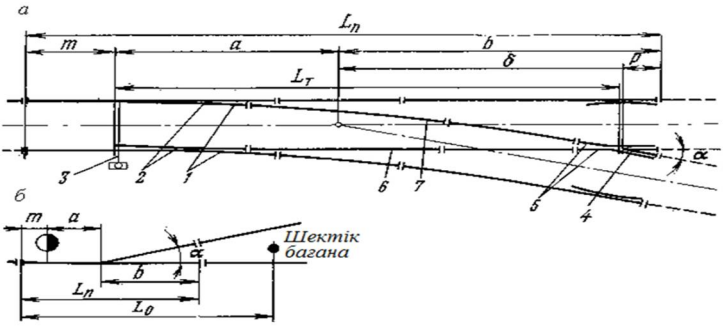
Жолдың қисық учаскелерінде жылжымалы құрамның жүріп өтуін оңайлату үшін қисықтық радиусына байланысты бұрылыстағы ішкі рельсті сыртқа сәл жылжытып табанды жолды кеңейтеді, оның шамасы 20 мм дейін болады.

Жолдың қисық учаскелерінде сонымен қатар жылжымалы құрамның ортадан тепкіш күш әсерінен аударылып кетпес үшін сыртқы рельс деңгейін ішкі рельс деңгейімен салыстырғанда сәл көтеріңкі жасайды. Кең табанды жол үшін бұл сыртқы рельстің биіктетілуі 150 мм, ал тар табанды жол үшін 40 мм болады.

Осыдан басқа, егер сыртқы рельс көтерілмесе бұрылыстарда қарсы рельстер қойылады. Олар бүйірлік қысымды қабылдап доңғалақтардың рельстен шығып кетпеуін қамтамасыз етеді.

Бірнеше жолдарды бір-бірімен қосу үшін стрелкалы ауыстырғыштар және саңылаусыз қиылыстар пайдаланылады.

Стрелкалы ауыстырғыш деп жылжымалы құрамды (составты) бір жолдан екінші жолға ауыстыру үшін пайдаланатын құрылғыны айтады. Ең қарапайымы бір жақты стрелкалы ауыстырғыш болып саналады, бұл кезде жол тарамының біреуі өзінің тіке бағытын өзгертпейді (2.5-сурет).



2.5-сурет. Бір жақты стрелкалы ауыстырғыш:
а – сұлбасы; б – осьтермен берілген кескіні

Стрелкалы ауыстырғыш екі рамалы рельстерден 1, екі үшкірлемеден 2 және ауыстырғыш механизмнен 3 тұратын стрелкадан, қарсы рельстердер 8, екі мұртшалардан 5 және өзекшеден 4 тұратын крестовинадан, жолдың түзу 6 және қисық 7 кесінділерінен тұратын қосқыш бөлімнен тұрады. Рамалы рельстерге жабысып орналасатын үшкірлемелер тұтас металл тақташалар – лафеттер үстіне орналастырылады. Үшкірлемелер жылжымалы құрамды жолдың біреуіне бағыттау үшін қызмет атқарады, олардың ұзындығы 6,5-8 м болады. Үшкірлемелер өзара қосқыш тартпамен байланысқан.

Стрелканың кез келген жағдайы кезінде үшкірлеменің біреуі рамалы рельске жабысып, ал екіншісі рельстен ажыратылып, саңылау жасайды, осы саңылау арқылы жылжымалы құрам доңғалағы өтетін болады.

Ауыстырғыш механизм стрелканы бір жағдайдан екінші жағдайға ауыстырып отыру үшін қызмет атқарады. Ауыстырғыш механизм қолмен (механикалық) немесе аралық басқару (дистанциялы электрлі) арқылы жұмыс жасауы мүмкін.

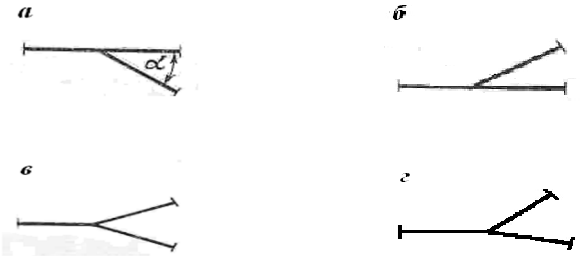
Крестовина рельс жіптері қиылысқан жерлерде

жылжымалы құрамның (составтың) доңғалағының қырларын өткізіп жіберу үшін арналған. Өзекшенің жақтары қиылысқан нүктесі крестовинаның математикалық орталығы деп аталады. Екі мұртшалардың ең кішкентай арақашықтығы крестовина мойыны деп аталады. Крестовина мойыны мен өзекше үшкірінің аралығы зиянды немесе өлі кеңістік деп аталады. Осы учаскеде доңғалақтардың бағытын, ұзындығы 3-5 м болатын қарсы рельстер қамтамасыз етіп отырады.

Стрелкалы ауыстырғыштар крестовина бұрышымен α сипатталады. Крестовина маркасы (немесе стрелкалы ауыстырғыш маркасы) деп крестовина өзегі табанының оның биіктігіне қатынасын айтады. Карьер темір жолдарында қалыпты табанды жол үшін 1/11 және 1/9 маркалы крестовиналар қолданылады.

Стрелкалы ауыстырғыштар көлденең қимасы шпал сияқты ауыстырғыш бөренелер үстіне орналастырылады. Бөренелер ұзындығы 2750 мм-ден 5500 мм -ге дейін болады. 1/9 маркалы стрелкалы ауыстырғыштар астында 60-63 дана бөренелер қойылады.

Стрелкалы ауыстырғыштардың тағы басқа мынадай түрлері болады (2.6-сурет): а – бір жақты оңқай; б – бір жақты солақай; в – бір жақты симметриялы; г – бір жақты симметриялы емес.



2.6-сурет. Стрелкалы ауыстырғыштардың сұлбалары

Стрелкалы ауыстырғыш орнын анықтайтын негізгі нүкте, бұл қосылатын жолдардың осьтерінің қиылысқан жеріндегі ауыстыру центрі немесе стрелкалы ауыстырғыш центрі болып табылады.

Стрелкалы ауыстырғышты төсеу үшін қажетті басты өлшемдерге α -крестовина бұрышы, m – рамалы рельстер

түйіскен жерден үшкірлемелер басына дейінгі қашықтық, δ – стрелкалы ауыстырғыш центрінен крестовинаның математикалық центріне дейінгі қашықтық, р – крестовина математикалық центрінен крестовинаның артқы түйісу жеріне дейінгі қашықтық, в – стрелкалы ауыстырғыш центрінен крестовинаның артқы түйісу жеріне дейінгі қашықтықтар жатады.

Стрелкалы ауыстырғыштың теориялық ұзындығы деп үшкірлемелер басынан крестовинаның математикалық центріне дейінгі тіке жол осі бойымен өлшенген қашықтықты айтады, $L_т = \alpha + \delta$.

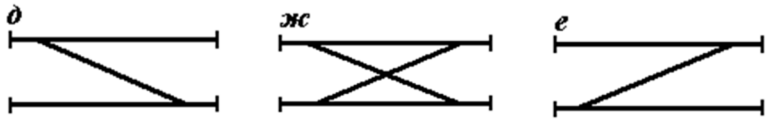
Стрелкалы ауыстырғыштың толық практикалық ұзындығы деп рамалы рельстер басынан крестовинаның артқы түйіскен жеріне дейінгі қашықтықты айтады, $L_п = m + \alpha + \delta + p$.

Станциялар, разъездер жоспарларында жолдар шартты бір сызықпен белгіленген кезде, стрелкалы ауыстырғыштар тек осьтермен бейнеленеді (2.5,б-сурет).

Екі жол қиылысында стрелкалы ауыстырғыш центрінен белгілі бір қашықтықта L_0 шектік бағана орнатылады, қалыпты табанды жол үшін оның орны екі жол айырығы осьтерінің арақашықтығы 4100 мм, ал тар табанды жол үшін – 3200 мм болатын жерде. Шектік бағана жол қиылысында поездар бір-бірін соғып кетпес үшін, бір поездың екінші поезды өткізіп жіберу үшін, тоқтайтын орнын көрсетеді.

Сьезд деп екі қатар жатқан жолды қосатын, екі стрелкалы ауыстырғыштардан, крестовина бұрышымен орналасқан жолдарды қосушы учаскеден тұратын құрылғыны айтады.

Сьездердің мынадай түрлері болады (2.7-сурет): д – бір жақты оңқай сьезд; е – бір жақты солақай сьезд; ж – айқас сьездер.



2.7-сурет. Сьездердің сұлбалары

Стрелкалы көше деп темір жолдан тізбектеліп тарамдалып шығатын бірнеше параллель жолдарды айтады. Стрелкалы көшелерді станциядағы жолдарды дамыту үшін қолданады.

3. КАРЬЕРЛЕРДЕГІ ЖОЛ ЖҰМЫСТАРЫ

3.1. Жолды күту, пайдалану және жөндеу

Карьерлерде жолдар пайдалануына, орналасуына және конструкциясына байланысты стационарлы (тұрақты) және көшпелі (уақытша) болып екіге бөлінеді. Стационарлы жолдар белгілі бір трассада ұзақ уақытқа, кейде карьердің бүкіл қызмет жасау мерзіміне арналып салынады. Көшпелі жолдар тау-кен жұмыстарының алғы шебінің жылжып отыруына байланысты мезгіл-мезгіл қозғалтылып орын ауыстырып отырады.

Стационарлы жолдарға сыртқы және ішкі күрделі траншеялар, жер бетіндегі траншеяны станциялармен немесе тікелей үйінділермен қосатын жолдар, бос жыныс станцияларын үйінділермен, траншеялар мен станцияларды байыту фабрикаларымен қосатын жолдар жатады. Тиеу бункерлері мен жол қатынасы министрлігінің станцияларын, станциялық қабылдап жөнелтетін және қосалқы станцияларды, қосалқы механикалық шеберханаларды, вагон жөндейтін жолдарды, қоймаларды, рельс буындарын жинайтын және жөндейтін алаңшаларды, жол машиналарының гараждарын қосатын жолдар жатады.

Көшпелі жолдарға забойлық (кен және бос жыныс кемерлерінде), үйінді кемерлеріндегі, карьер ішіндегі сьездер мен қосушы жолдар жатады.

Стационарлы жолдарда қозғалыс жылдамдығы 40-50 км/сағ, ал көшпелі жолдарда 20-25 км/сағ болады.

Стационарлы жолдарды күту және жөндеу жұмыстары жеңіл-желпі жөндеу, көтергіш, орташа және күрделі жөндеу болып бөлінеді.

Көшпелі жолдардағы жол жұмыстарына рельсті шпалды торларды жаңа трассаға қозғалтып жылжытуға байланысты болатын күнделікті күту және жөндеу жұмыстары жатады.

Жолдарды күнделікті күту кезінде олардың әрқашан да жөнді болуын қамтамасыз ететін жұмыстар комплексі жатады.

Жеңіл-желпі жөндеу кезінде жылына 1 км стационарлы жолға 10 тоннадай рельстер, 0,5 т жапсырмалар, 1,5 т төсеніштер, 450 дана шпалдар кетеді.

Карьерлерде жеңіл-желпі жөндеу кезінде ең кең тараған жұмыстарға жолдың отырған, қисайған жерлерінің астына балласт төсеу, тығу арқылы дұрыстау, кейбір шпалдарды ауыстыру, ажырату, кейбір рельстерді ауыстыру, жолды тегістеу, яғни жоспар бойынша түзету, қалыптан ауытқыған табанды жол енін шаблон бойынша қайта шегелеу, түйіспелік саңылауларды реттеу және араларын ашу, стрелкалы ауыстырғыштарды майлау, тазалау, арықтарды, кюветтерді тазалау, топырақты төсемдердің бұзылған жерлерін дұрыстау жұмыстары жатады [7].

Жеңіл-желпі немесе күнделікті жөндеу, күту жұмыстарын жүргізу реті былай болады.

Бірінші түйіспе саңылауларды ашып немесе жақындатып реттеу, жетпейтін жылжуға қарсы қондырғыларды орнатады. Сонан кейін жарамсыз шпалдарды ауыстырып, жолдың отырған жерлерін көтеріп, түзетіп қайта шегелейді. Рельстердің еңісін тексеріп түзетеді де, шпал аралықты балластпен толтырып, балласттық призманы түзейді.

Жол күйінің қарқынды тексерістері, әсіресе көктем және күз айларында жүргізіледі.

Стационарлы жолдарды қар көшкінінен қорғау үшін тор қоршаулар, тасымалды қалқандар пайдаланылады.

Жолдың көтермелік жөндеу жұмыстарына барлық шпалдарды шегелеу, ұсақ тастармен толтырылатын жерлерді толтыру, жарамсыз шпалдарды ауыстыру, бекітпелерді ауыстыру жұмыстары жатады.

Орташа жөндеу жұмыстарына балласт қабатын ұсақ тастармен толтыру, тозған рельстерді, шпалдарды, бекітпелерді алмастыру, жолды балласт үстіне көтеру, жолды түзету, тегістеу, су бұрғыштарды, бекітпе құрылымдарды жөндеу жұмыстары жатады.

Орташа жөндеу жұмыстары 2-4 жылда кемінде бір рет жүргізіліп отырады.

Күрделі жөндеу жұмыстарына рельстерді тұтас жаңалармен ауыстыру, топырақты төсемді тағы бір жаңалау, су бұрғыштарды жөндеу, жолды тұтас көтеріп жаңа балластқа қою, жолды жоспар және профиль бойынша дұрыстау, тозған стрелкалы ауыстырғыштарды алмастыру жұмыстары жатады.

Күрделі жөндеу 6-8 жылда кемінде бір рет жүргізіліп отырады.

Рельсті шпалды торды жаңа трассаға апару әртүрлі тәсілмен жүргізіледі: тасымалданып, жылжытып және платформаға салып апару.

3.2. Жол жұмыстарын механикаландыру жабдықтары

Барлық жөндеу жұмыстары кезінде және рельсті шпалды торды тасымалдау кезінде жұмыстың еңбек қажеттілігін азайтатын әртүрлі машиналар, механизмдер және инструменттер қолданылады.

Жолды ауыстыру жұмысына жолдық торды жаңа трассаға ауыстыруға байланысты дайындық жұмыстары және жолдың төселгеннен кейінгі жөндеу жұмыстары жатады. Дайындық жұмысы кезінде трассаны бульдозермен немесе автогрейдермен жүйелеу жұмысы жүргізіледі. Рельсті шпалды торды ауыстыру стрелкалы крандармен, тракторлық жол төсеушілермен, жол төсеуші поездармен, жол жылжытқыштармен жүргізіледі.

Ауыстыру жұмысымен бір мезгілде рельсті шпалды торды жөндеу жұмыстары жүргізіліп отырады. Жол төселгеннен кейін жөндеу операцияларына балластты дозалау, баластты түзеу және өңдеу жұмыстары жатады.

Рельсті шпалды торды жылжыту, ауыстыру жабдықтары. Біздің елімізде карьерлерде рельсті шпалды торды ауыстыру кезінде ең кең тараған тәсіл стрелалы крандарды қолдану. Бұл тәсілде рельсті шпалды тор алдын ала рельстік буындарға ажыратылып, сонан соң ауыстыру жұмыстары жүргізіледі.

Буындарды тасымалдау түйіспелі қосылыстарды ажыратудан бастайды. Сонан кейін буынды қапсырып ұстау үшін кранды орнатады, тіркеме құрылғысын түсіріп, буынды қапсырып ұстап оны көтереді. Оны ары қарай тасымалдап, жаңа трассаға қояды. Тіркеме құрылғысын ажыратып кран келесі буынды көтеруге жылжиды.

Рельсті буындарды қайта төсеу үшін карьерлерде негізгі тараған түрі дизельді және дизельді-электрлі күштік қондырғылары бар стрелалы темір жол крандары.

Кранның стреласының қажетті ұзаруы экскаватор енбесінің жалпақтығына (еніне) байланысты болады. ЭКТ – 4,6 экскаваторы жұмысы кезінде жол төсеу адымы 13-15 м, ЭКГ-8И – 18 м, ЭКГ – 12,5 – 22 м дейін барады.

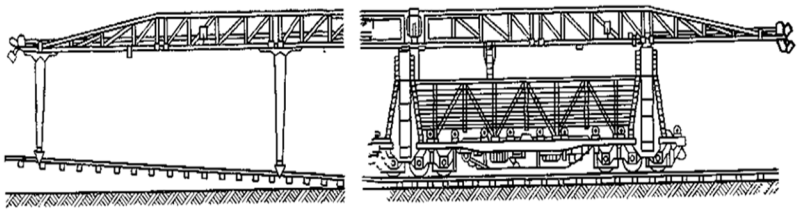
Стрелалы кранның стрела ұзындығы артқан сайын оның жүк көтергіштігі азая түседі.

Ұзындығы 12,5 м болатын буын массасы рельстердің түріне, шпал санына, оларға жабысқан балшықтың мөлшеріне байланысты 2,5-4,5 т шамасында болады.

Темір жолда орнатылған стрелалы кран жол буынын 14-16 м қашықтыққа ауыстырып төсей алады.

Темір жолды стрелалы краннан басқа шынжыр табанды стрелалы крандар қолданылады. Бұл кранның негізгі артықшылықтары жоғары маневрлігі, темір жол орнына және күйіне тәуелсіздігі.

Рельсті шпалды торды кемерден кемерге ауыстыру және жаппай қопарылыс алдында жолды ажырату және төсеу қажеттілігі туындайды. Осы жағдайда бұл жұмыстар, төсеуші крандармен орындалады (3.1-сурет).

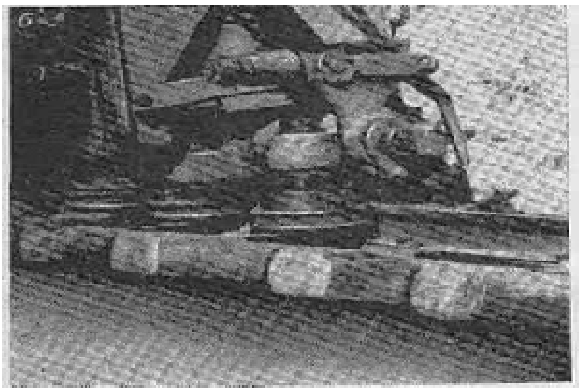


3.1-сурет. Төсеуші кран

Төсеуші кран екі үш осьті арба үстіне орнатылған платформадан тұрады. Платформа үстінде барлық жабдықтар, металл конструкциялары орнатылған. Кран төрт тірекке бекітілген қорапша қималы жылжымайтын стреладан тұрады. Стрела ішінде рельсті буындарды жылжытып отыратын жүк арбашалары болады. Платформалар роликті тасымалдағыштармен, тартқыш шығырлармен жабдықталған. Рельсті буындар пакетімен тартылып басындағы платформаға салынады және түсірер кезде де осылай кері бағытта жүзеге асырылады.

Төсеуші крандарды қолдану жолды ажырату және төсеу процестерін анағұрлым тездетіп жұмысты жеңілдетеді. Төсеуші крандардың негізгі кемшілігі радиусы 300 м кем болатын жол қисығында пайдалану мүмкін еместігі. Бірақта бұл кемшілікті платформа комплектісінің басына бұрылмалы стрелалы кранды орнату арқылы жоюға болады.

Үздіксіз әсер ететін жол жылжытқыш жүру бөлігінен, рамадан және рельстерді қапсыра ұстау механизімінен тұрады (3.2-сурет). Жол жылжытқыштың жұмыс істеу принципі роликті қапсыра ұстау құрылғысының көмегімен рельсті шпалды тор 10-30 см биіктікке көтеріліп, үздіксіз жанына қарай жылжытып отырылады, бұл кезде жол жылжытқыштың қозғалыс жылдамдығы 5-15 км/сағ құрайды.



3.2-сурет. Үздіксіз әсер ететін жол жылжытқыш:
а – жалпы көрінісі; б – роликті қапсыра ұстау

Конструкциясы бойынша үздіксіз әсер ететін жол жылжытқыштар көпірлі, консольды (кертпешті) және құранды болып бөлінеді.

Жол жылжытқыштардың көпірлі түрінде көтеру және жолдарды ығыстыру механизмі жүріс арбаларының арасындағы көпірлі рама аралығында орналасады. Жол жылжытқыштың алдыңғы арбасы жолды жылжыту кезінде жолдың ескі трассасымен, ал артқы арба жаңа трасса жолымен қозғалып отырады.

Бірақта көпірлі жол жылжытқыш кезінде жолдың соңғы бөлігін, тұйықта 10-15 м жолды ауыстыра алмайды.

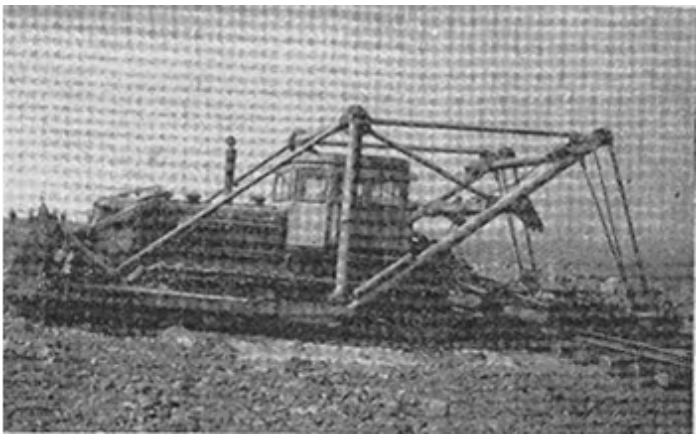
Консольды жол жылжытқыштарда роликті қапсыра ұстау механизмі консольдың алдында орнатылады.

Консольды-көпірлі жол жылжытқыштарда роликті қапсыра ұстау механизмі екеу болады, біреуі көпірлі рама ортасында, ал екіншісі консольдың алдында орналасады. Үздіксіз әсер ететін жол жылжытқыштар массасы 75-100 т дейін барады. Массасының және қуатының үлкендігінің арқасында олар жеті-сегіз релсьті жіптерден тұратын жол торларын жылжыта алады (3.2, а-сурет).

Үздіксіз әсер ететін жол жылжытқыштардың кемшілігі стрелкалы ауыстырғыштарды жылжыту және жолдың қисық учаскелерінде жолдарды жылжытуда қиыншылықтардың болуы.

Үздіксіз әсер ететін жол жылжытқыштардың артықшылығы жоғары өнімділігі (1500-2000 $м^2$/сағ түзу учаскелерде, 500-800 $м^2$/сағ қисық учаскелерде) және қызмет жасайтын адамдар санының аздығы (3-4 адам). Үздіксіз жылжыту кезіндегі жұмыс құны крандық тасымалдауға қарағанда 4-5 есе аз.

Рельсті буындарды үлкен қашықтыққа үзілісті тасымалдап ауыстыру үшін тракторлы жол төсеушілер қолданылады (3.3-сурет).



3.3-сурет. Тракторлы жол төсеуші

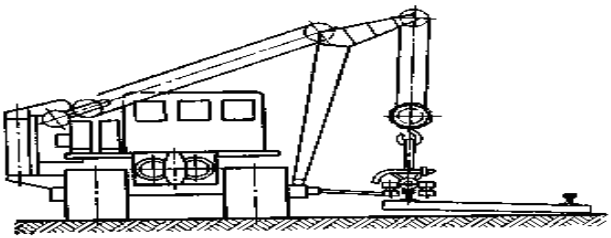
Тракторлы жол төсеушілер бульдозерден, рельсті қапсыра ұстайтын, көтеретін және буындарды орнына қоятын аспалы құралдан тұрады.

Түйіспелі қосылыстарды ажыратқаннан кейін аспалы құралға рельсті буынды тіркеп, шығырдың көмегімен көтеріп, трактормен оны жол осіне перпендикуляр жылжытып, жаңа трассаға төсейді.

Қосарланған екі тракторлы жылжытулар қолданылуы мүмкін. Бұл кезде екі ажыратылмаған рельсті буындар бір мезгілде ауыстырылады (ұзындығы 25м).

Тракторлы жол төсеушілердің артықшылығы мобильділігі және сызықтық параметр бойынша шектеуліктің жоқтығы, яғни буындарды бір көтергенде қажетті қашықтыққа тасымалдау мүмкіндігі.

Роторлы экскаватор забойларындағы жекелеген жолдарды үздіксіз жылжыту үшін тракторлы жол жылжытқыштар жиі қолданыла бастады (3.4-сурет).



3.4-сурет. Тракторлы жол жылжытқыш

Бұл жағдайда аспалы құрал роликті бастардан тұрады. Оның жұмыс істеу принципі, роликті бастармен бір рельсті қапсыра ұстатып трактор жол бойымен тіке қозғалады. Бір мезгілде рельсті шпалды тор керекті қашықтыққа жылжытылып отырады.

Жол жөндеу машиналары. Бұларға жол көтергіш МПТС-1, әмбебап жол жөндеуші машина МСШУ-1, көтеріп-түзегіш машина ПРМ-3, вагон-дозаторлар, шпалды батыру машиналары ШПМ-02 және тағы басқалары жатады.

Жол көтергіш машинасы жолды көтеру, жол торын дұрыстау жұмыстарын атқарады.

Әмбебап жол жөндеуші машина жолды көтеру, түзету, шпалды ауыстыру, балластты жол жиегінен жолға беру, су бұрғыш арықтарды қазу және тазалау және т.б. жұмыстарды атқарады.

Көтеріп-түзеткіш машинасы ПРМ-3 жолды дәл түзеп тегістеу үшін арналған.

Вагон-дозалаушы хоппер вагон базасына орнатылған, тасымалдауға, механикалық төгуге, дозалауға, жол торындағы балластты тегістеуге арналған.

Шпалды батыру (тығу) машинасы балластты нығыздауға, баластты шпал астына тығуға арналған.

Қар көшкінімен күресу үшін қар күреуші машиналар пайдаланылады. Олар жұмыс істеу принципі бойынша мынадай түрлерге бөлінеді: соқалы, тарамдалған және роторлы. Осылардың ішінде ең кең таралғаны соқалы қар тазалағыштар ЦУМЗ, СДП, МОП-1.

Қар тазалағыштың СДП түрі 1,5 м қалыңдықтағы қарды күреп жол сыртына лақтырып тазалай алады.

Роторлы қар тазалағыштар қалыңдығы 3-4,5 м болатын қар көшкіндерін жолдан тазалау үшін арналған.

Кейбір карьерлерде реактивті қар тазалағыштар қолданылады. Оның жұмыс істеу принципі платформа 5 км/сағ жылдамдықпен жүріп келе жатып қарды ыстық газ ағынымен ерітіп жіберіп отырады.

Механикаландырылған жол құрал-саймандарына рельсті кесетін станок РМ-2, рельсті бұрғылап тесетін станок 1024Б, рельсті тегістеуші өңдеуші станок МРШ-3, гидравликалық домкраттар жатады. Осыдан басқа электрлі шпал-батырушы құрал, электрлі гайкалы кілт ЭК-1, шуруп бұраушы ШВ-1, гидравликалық тегістеуші, шпал бұрғылап тесуші станогы, электрлі пневматикалық шеге қағушы ЭПК-3, электрлі шеге суырушы КВД-1, түйіспелі саңылауларды реттейтін гидравликалық аспап РН-02 және т.б. болады.

3.3. Жол күйін тексеру аспаптары

Жолдың күйін қадағалау үшін қол құрал-саймандары және механикалық бақылау құралдары пайдаланылады.

Табанды жол енін, рельстердің деңгейлік жағдайын және оның еңістігін өлшеу әмбебап жол өлшегіш шаблонмен жүзеге асырылады.

Шаблон дегеніміз бір ұшында қозғалмайтын тірек орналасқан, ал екінші ұшында жылжымалы тізгіні бар тартпа көмегімен қосылған болат түтікше (трубка).

Шаблонды рельстерге орнатқан кезде тізгін сапқа қысылып осы кезде жылжымалы тірек табанды жол ішіне тартылады. Тізгінді жіберген кезде жылжымалы тірек рельске жабысып шкалада табанды жол енінің мәні көрсетіледі.

Рельстердің деңгейлік орнын және табанды жол енінің мәнін тіркеп үздіксіз өлшеп отыру үшін жол өлшегіш арба пайдаланылады. Табанды жол енін өлшеу қозғалмалы роликтердің көмегімен жүзеге асырылады. Олар тартпа мен серіппе арқылы жылжымалы рамамен және жазу аспабының стрелкасымен байланысқан. Серіппенің әсерімен роликтер рельстер бастарының ішкі жақтарына жабысып табанды жол ені қалыпты жағдайдан ауытқығанда раманы ауытқытып және онымен байланысқан жазушы аспаптың стрелкасын да ауытқытып отырады. Рельстер деңгейінің орны маятникті аспаппен анықталады. Екі механизмдердің көрсетулері автоматты түрде қағаз таспасына жазылады. Арба рельс жолымен 5 км/сағ жылдамдықпен жүріп отырады.

Рельсті табанды жол күйін тексеруден басқа рельстердегі ақауларды өз уақытысында дер кезінде анықтап отырудың маңызы өте зор. Рельс ақауларына ішкі және сыртқы сызаттар, қыртыстану, қуыстар және т.б. жатады. Осы ақаулар қарау арқылы, балғамен тықылдатып соғу арқылы немесе ақау тапқыш (дефектоскоп) көмегімен анықталып табылады.

Ақау тапқыштар жиналмалы арба түрінде жасалынады және жұмыс істеу принципі бойынша электромагнитті және ультра дыбысты болып бөлінеді. Электромагнитті ақау тапқыштардың жұмысы рельс ақауынан туған күштік магниттік өріс сызығының таралуына негізделген, ал ультра дыбысты ақау тапқыш жұмысы рельстерде ақаулар болған жағдайда ультра дыбыс энергиясының жұтылуына немесе шашырауына негізделген.

4. ВАГОНДАР

4.1. Вагондардың жіктелуі, түрлері және олардың конструкциясының негізгі элементтері

Ашық кен қазу жұмыстарында темір жол жүк вагондары былай жіктеледі:

– пайдалану жағдайына байланысты – жалпы темір жол желісі вагондарына және өнеркәсіптік көлік вагондары болып бөлінеді. Өнеркәсіптік көлік вагондары өзінің конструкциясы мен габаритіне байланысты тек өнеркәсіптік тұйық жолдарында жүруіне рұқсат етілген, жалпы темір жол желісіне шығуына болмайды;

– конструкция түріне байланысты – жабық вагондар, жарты вагондар, платформалар, цистерналар, хопперлер және арнаулы вагондар;

– жылжыту тәсілі бойынша – локомотивтермен тарту және өзінің тартқыш қозғалтқыштарымен жылжу (моторлы вагондар).

Вагондар сол сияқты жылжымалы құрамның габариті бойынша, табанды жол ені бойынша, конструкциялық орындалуына байланысты ерекшеленеді.

Механикалық тиеу және түсіру қолайлығының арқасында карьерлерде негізгі тарағандары ашық вагондар.

Карьерлерде пайдаланылатын вагондар жүгін өзі түсіретін және өзі түсірмейтін болып бөлінеді. Өзі түсіретін вагондар конструкциясында шанақты аудару үшін және люктерді ашу үшін пневматикалық немесе гидравликалық құрылғы қарастырылған.

Ашық кен орындарында бос жыныстарды тасымалдауда өзі түсіретін вагондар ең көп қолданысқа ие болды, себебі үйінділерде жыныстыт түсіру орындарының жиі ауысып отыруы, ол жерде үлкен стационарлы түсіру құрылғыларын қолдануды қиындатады, сол сияқты олар руданы байыту фабрикаларына тасымалдау үшін де пайдаланылады [8].

Жүгін өзі түсірмейтін вагондар көбнесе пайдалы қазбаларды тасымалдау үшін пайдаланылады. Мұндай вагондар тау-кен

массасын қабылдау орындарында орнатылған стационарлы көтергіш немесе аударғыш құралдар көмегімен түсіріледі.

Өзі түсірмейтін вагондарды байыту және кесекшелеу фабрикаларында, жылу электр станцияларындағы қабылдау құрылғылары стационарлы вагон төңкергіштермен жабдықталған орындарда пайдаланады.

4.1-суретте пайдалы қазбаларды тасымалдауға арналған вагондардың негізгі конструкциялық сұлбалары келтірілген.

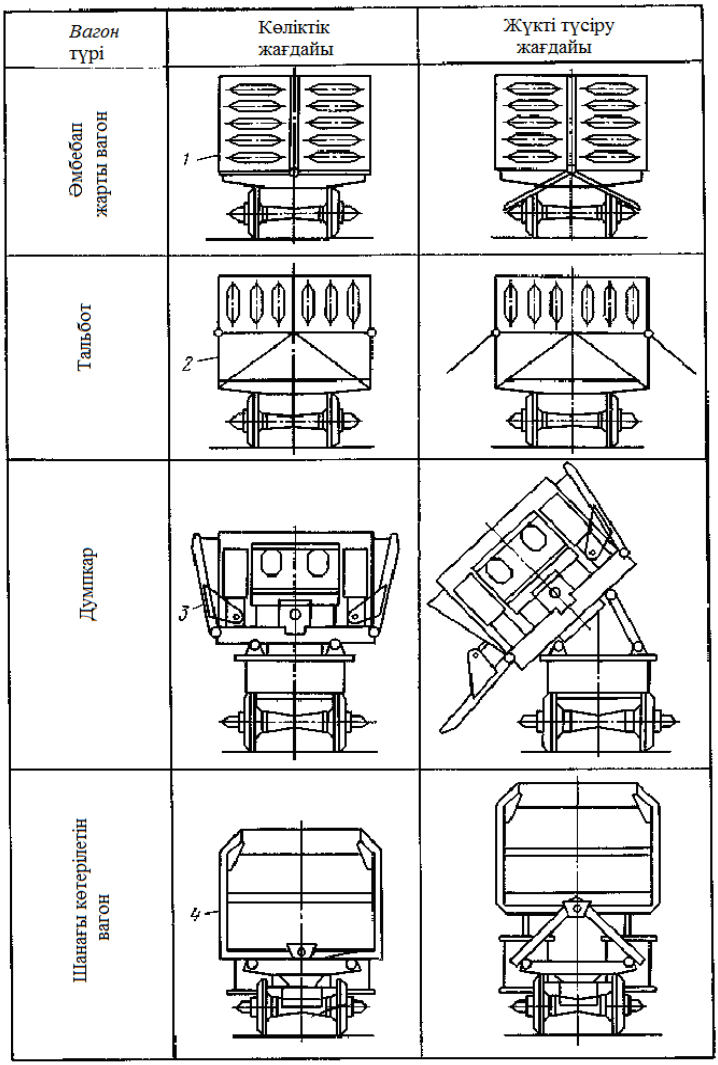
Әмбебап жарты вагондар пайдалы қазбаларды сыртқы желіге тұтынушыға және байыту фабрикаларына тасымалдау үшін қолданылады. Мұндай вагондардың шанағы тік болады, ал түсіру люктері жазық еденде орналасады. Шанақ қаптамасы ағаш немесе металл болып келеді. Жабушы механизмдерді ашқан кезде люк қақпақтары екі еңіс жазықтықтар жасап, солар арқылы жүк өз салмақ әсерімен жол осінің екі жанына төгіледі.

Әмбебап жарты вагондарының 63 тонналық төрт осьті, 94 тонналық алты осьті, сол сияқты 125 тонналық сегіз осьті тұтас металл шанақты түрлері болады.

Әмбебап жарты вагондардың конструкциясы қарапайым және ыдыстық коэффициенті аз 0,35-0,37 тең болады.

Мұндай вагондардың негізгі кемшіліктері люк арқылы түсіру процесінің механикаландырылмағаны, люктерді ашу және жабу кезінде қолмен орындалатындығы. Бұл кемшілікті станционарлы вагон төңкергіштермен түсірілетін арнаулы жабық шанақты жарты вагондарды қолдану арқылы жоюға болады. Бұл кезде әрбір вагонды түсіру жеңілденеді, бірақта түсіру кезінде құрамды (составты) ажырату, құрамды қайта жинау бойынша манёврлік операцияға өте үлкен уақыт кетеді.

Тальбот түріндегі өзі түсіретін вагондарда егер тәріздес түбі және шанағының бүйір ернеуінде түсіру люктерін жабатын қақпақ болады. Люктерді ашқан кезде тасымалданатын материал өз салмақ әсерімен түсіріледі. Люктерді ашу аралықтан басқарылатын (дистанциялы) пневматикалық жетекпен жүргізіледі. Түсірілу бір мезгілде түсіру шұңқырларына екі жағынан жүзеге асырылады.



4.1-сурет. Пайдалы қазбаларды тасымалдауға
арналған вагондардың сұлбалары:
1 – әмбебап жарты вагон; 2 – тальбот; 3 – думпкар;
4 – шанағы көтерілетін вагон

Думпкар – вагондары бір уақытта шанақта бір жағына қисайтып көтергенде немесе төмен түсіргенде ернеуі ашылып жүк өз салмақ әсерімен түсіріледі. Әдетте думпкаларды бос жыныстарды, сол сияқты рудалы карьерлерде пайдалы қазбаларды тасымалдағанда пайдаланады. Шанақты қисайту пневматикалық цилиндрлермен, ал ернеуді ашу – рычагты механизммен жүргізіледі.

Шанағы көтерілетін вагондар тасымалдау жағдайында әмбебап жарты вагонға ұқсайды. Түсіру кезінде шанақ стационарлы құрылғымен немесе вагон үстінде орнатылған гидравликалық цилиндрлермен көтеріліп жүзеге асырылады. Бұл кезде вагонның едені егер тәрізді түп жасап жиналып, жүк осы пайда болған люктер арқылы өз салмақ әсерімен түсіріледі.

Карьерлерде шаруашылық жүктерін тасымалдау үшін хопперлер мен платформаларды пайдаланады.

Хопперлер – төрт осьті, жүк көтергіштігі 25, 65 тонна өзі түсіретін жарты вагон. Оларды көмірді, агломератты, шекемтастарды, балластты тасымалдау үшін қолданады. Хоппердің шанағы қабырғалары қиғаш бункер сияқты орындалған, түбіндегі люк арқылы жүк түсіріледі. Ашық кен жұыстарында хопперлерді жол жұмыстарында балластты дозалаушы ретінде пайдаланады.

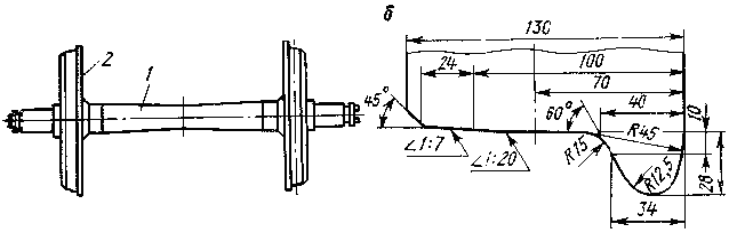
Платформалар карьерлерде материалдар мен жабдықтарды, бұрғылау станоктарды, бульдозерлерді жеткізу үшін пайдаланылады, сол сияқты оларды кранмен жол буындарын төсеу кезінде пайдаланады. Экскаваторларды және ауыр қондырғыларды тасымалдау үшін арнайы көп осьті жүк көтергіштігі 300 т болатын платформа-тасымалдағыштар пайдаланылады.

Вагонның әр түріне тән мынадай негізгі бөліктері болады: жүру бөлігі, рама, шанақ, автоматты тіркеме жабдығы, пневматикалық жүйе.

Жүру бөлігі екі, үш және төрт осьті арбалар түрінде орындалады. Вагон арбаларының негізгі элементтеріне буксты бөлігі бар қос доңғалақ, рессорлар, арбалар, тежеуіш құрылғылары жатады.

Қос доңғалақ вагоннан түсетін соққыны қабылдап рельске беріп отырады және оны қозғалыс кезінде рельсті жолмен

бағыттап отырады. Қос доңғалақ (4.2-сурет) осьтен 1 оған престелген екі доңғалақтан 2 тұрады.



4.2-сурет. Қос доңғалақ

Ось мойыны 3 подшипниктерді орнату үшін, вагоннан оське түскен күшті қабылдау үшін қызмет атқарады.

Доңғалақ арқылы жылжымалы құрам рельспен жанасады. Рельстен доңғалақ шығып кетпес үшін доңғалақтың қырқасы (ребордасы, айдары) 4 болады. Осыдан басқа доңғалақтың тоғыны (бандажы) 5 болады.

Қос доңғалақтың букстары оське статикалық және динамикалық күштерді беру үшін және вагон қозғалысы кезінде доңғалақтардың айналуын қамтамасыз ету үшін арналған. Букстардың конструкциясы қолданылатын подшипниктердің түріне байланысты болады. Жүк вагондары букстарында екі түрлі подшипниктер қолданылады, біреуі сырғанау подшипниктері, ал екінщі түрі роликті подшипниктер.

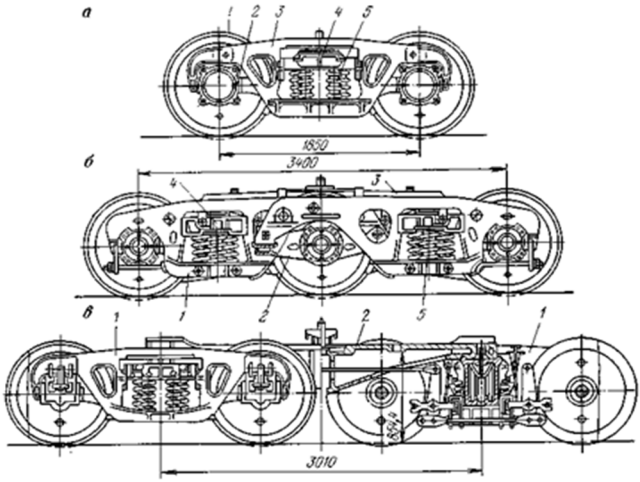
Роликті букстардың негізгі артықшылықтары: вагонды пайдалану бойынша жұмыс көлемінің қысқаруы; майлау материалдарының шығынының 5 еседей азаюы; маусымдық майлаудың қажетсіздігі; вагон қозғалысына кедергілердің азаюы, демек электр энергиясы мен сұйық отынның қысқаруы.

Рессорлар вагонның жеке бөліктеріне түсетін динамикалық күштерді азайту үшін қызмет атқарады. Жүк вагондарында кеңінен қолданылатын рессорлар болаттан жасалған бұрандалы цилиндрлі серіппе түрінде жасалады.

Рессордың тағы резиналы металды рессорлар түрі болады. Ол металл табақшаларынан, осы табақшаларға балқытып жапсырылған резеңкелерден тұрады.

Вагон арбалары жүру бөлігінің барлық элементтерін бір конструкцияға біріктіреді. Арба вагонның жүру сапасын қамтамасыз ететін негізгі элементі болып табылады. Арба массасы вагон ыдысы массасының 40% құрайды.

Жүк көтергіштігі 60-85 тонналық төрт осьті вагон жабдықталатын екі осьті арба негізгі арба түрі болып саналады. Арбаның негізгі бөліктеріне (4.3-сурет) қос доңғалақ 1, буксталар 2, бүйірлік рама 3, рессор үстіндегі бөрене (балка) 4, рессорлық комплект 5 және тежеуіш құрылғысы кіреді.



4.3-сурет. Вагондық арбалар:
а – екі осьті; б – үш осьті; в – төрт осьті

Бүйірлік рама мен рессор үстіндегі бөрене бір-біріне құйылып жасалынады. Арба серіппенің екі комплектісімен жабдықталған, әрбір комплект екі қатарлы жеті серіппеден тұрады. Рессор үстіндегі бөрене өзінің ұштарымен серіппе комплектісінің үстіне орнатылған және шанақ әсерімен вертикаль және горизонталь жазықтықтарда қозғалып отырады.

Арбаның тежеуіш құрылғысы құрамына тежеуіш башмактары, қалыптар және рычагтар кіреді.

Екі осьті арба екі ось арақашықтығымен – базасымен сипатталады. База өлшемі вагон арбасының жүрулік сапасын анықтайды, атап айтқанда қисық жолдарда оның өтіп кету қабілеттілігін көрсетеді.

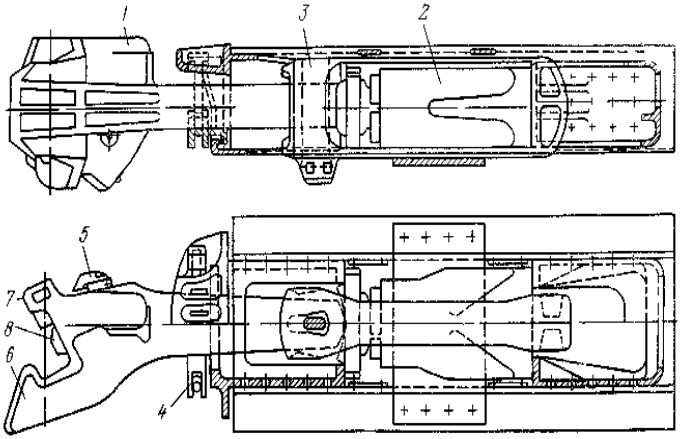
Осыдан басқа вагондар алты осьті, екі-үш осьті арбалармен, сегіз осьті арбалармен жабдықталады (4.3, б,в-сурет).

Шанақ рамасы деп үстінде шанақты, тежеуіш және автоматты тіркеме жабдықтарын алып жүретін вагонның бір бөлігін айтады. Рама бойлық және көлденең бөренелерден, кронштейннен тұрады. Орталық бойлық бөрене жоталы бөрене деп аталады. Жоталы бөренеге көлденең бөренелер – кіндік темірлер (шкворень) дәнекерленіп пісіріліп бекітіледі, бұл көлденең бөренелер арқылы рама арбалар үстіне орнатылады. Көлденең бөренеге шанақты аударуға арналған цилиндрлер бекітіледі. Шеткі көлденең бөрене – буферлі брус деп аталады, оған автоматты тіркеме жабдығы (құрылғысы) орнатылады.

Рама вагон арбасының үстіне орнатылып вагонға әсер ететін барлық статикалық және динамикалық күштерді қабылдап отырады. Рама арқылы поездың тарту күші беріліп отырады. Статикалық күштерге вагон және жүк салмақтары жатады. Динамикалық күштерге вагон қисық жолдармен жүрген кезде пайда болатын ортадан тепкіш күш, вагон қозғалысы кезінде оның бүйір бетіне әсер ететін жел қысымы, қозғалыстың үдемелі және баяулауы кезінде пайда болатын инерция (екпін) күштері, вагонның рессорлық тербетілісі кезіндегі күштер, вагонды тиеу және түсіру кезіндегі күштер жатады. Өзі түсірмейтін вагондардың шанағы рамамен біртұтас етіп жасалынып негізгі күштерді бірге қабылдап отырады. Өзі түсіретін вагондардың шанағы рамаға тәуелсіз етіп жасалынады.

Автоматты тіркеме жабдығы вагондарды бір-бірімен және локомотивпен қосу үшін, сол сияқты поезд қозғалысы кезінде созылу және қысылу күштерін беріп, оны жұмсарту үшін қызмет атқарады.

Автоматты тіркеме құрылғысына (4.4-сурет) автоматты тіркеме 1, жұтушы аппарат 2, тартқыш қамыт 3, центрлеуші аспап 4 және тіркеме ағытушы құрылғы 5 жатады.



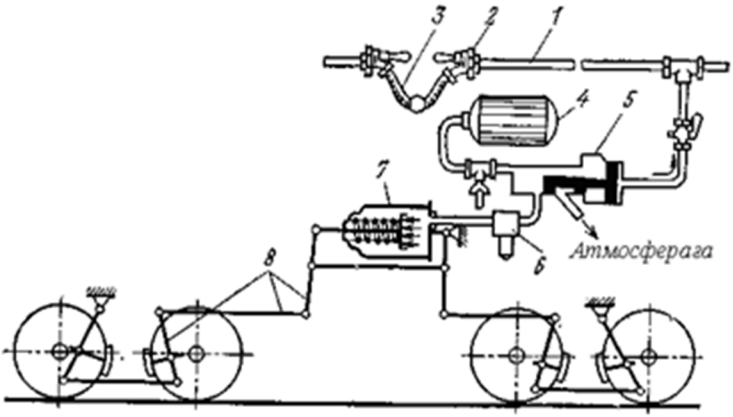
4.4-сурет. Автоматты тіркеме құрылғысы.

Автоматты тіркеме СА-3 құйылған болат корпустан 1, үлкен және кішкентай тістерден 6,7, құлыптан 8 тұрады. Вагондар соқтығысқан кезде кішкентай тістер жұтқыншаққа кіріп, онда құлыптың шығып тұрған бөлігін қысып ішіне кіргізеді. Кішкентай тістер жұтқыншаққа өзінің ең шеткі орнына жеткен кезде, құлыптар босатылып қайтадан өз орындарына оралып, автоматты тіркемені құлыптап тастайды. Тіркемені ажырату ажыратушы жетекке әсер ететін рычагпен жүзеге асырылады.

Пневматикалық жүйе тежеуіш құрылғыны және вагонды түсіру цилиндрлерін іске қосу үшін қызмет атқарады.

Тежеуіш құрылғысы поездың қозғалысын баяулату немесе тоқтату үшін қызмет атқарады.

Тежеудің негізгі тәсілі фрикционды, ол дегеніміз тежеуіш қалыптарды доңғалақ тогынына басу жолымен тежеу. Тежеуді басқару кезінде пневматикалық және электрлі пневматикалық жүйелер қолданылады.



4.5-сурет. Фрикционды тежеу сұлбасы

Фрикционды тежеудің негізгі бөліктеріне (4.5-сурет) тежеуіш магистралі 1, крандар 2, вагон аралық шлангтар 3, қосалқы резервуар 4, ауа таратқыш 5, тежеу режимін реттеуші 6, тежеуіш цилиндрі 7 және рычагты беріліс 8 кіреді. Сығылған ауа ауа таратқыш арқылы қосалқы резервуарға келіп түседі. Тежеуіш магистралінде қысым кенеттен төмендеп кеткен кезде немесе құрам (состав) вагондары ажыратылып қалғанда ауа қосалқы резервуардан тежеуіш цилиндріне келіп түседі де штогы бар поршенді итеріп, рычагты берілісті іске қосады.

Пневматикалық жүйе сонымен қатар вагондардың жүкті түсіру кезінде қолданылады.

4.2. Вагондардың негізгі параметрлері

Вагондардың негізгі параметрлеріне оның жүк көтергіштігі, ыдыс массасы, шанақтың геометриялық көлемі, осьтер саны, сызықтық өлшемдер, сол сияқты ыдыстық коэффициент, үлестік көлем, қос доңғалақтың жолға түсіретін күші жатады. Бұл параметрлер вагондардың конструкциялық техникалық деңгейін сипаттайды.

Вагонның жүк көтергіштігі деп q (т) – тасымалдауға рұқсат етілген ең үлкен жүк массасын айтады.

Вагонның жүк көтергіштігінің артуы, вагонды және вагон паркін тұтас күту шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Сол сияқты жүк көтергіштікке құрамдағы вагон саны және оның ұзындығы тікелей байланысты.

Қазіргі кезде думпкарлардың жүк көтергіштігі 180 т дейін жетті. Вагонның жүк көтергіштігін шектеп отыратын факторлар жылжымалы құрамның габариті, жолдың жоғары құрылым күйімен анықталатын рельстерге түсетін күштер.

Вагон ыдысының массасы деп $q_т$ (т) вагонның өз массасын айтады. Вагондар ыдысы массасын олардың беріктігін сақтай отырып азайту ең басты мәселе болып табылады. Себебі ол вагондарды (дайындауға) жасауға кететін материал шығынын азайтуға, поездың пайдалы массасын арттыруға және поездардың қозғалысына жұмсалатын энергия шығынын азайтуға мүмкіндік жасайды. Бұл ең бастысы бөліктер мен детальдардың ең ұтымды конструкциясын жасау, жоғары беріктіктегі төменгі қоспалы болатты штампталған детальдар мен бөліктерді қолдану арқылы жетуге болады.

Ыдыстық коэффициент $k_т$ бұл вагонның техникалық жетілдірілгенін сипаттайтын көрсеткіш болып саналады. Техникалық ыдыстық коэффициент деп вагон ыдысы массасының оның жүк көтергіштігіне қатынасын айтады:

$$k_т = q_т/q \ . \qquad (4.1)$$

Ыдыстық коэффициент аз болған сайын поездың пайдасыз массасы азайып, тасымалдау үнемді болып табылады.

Әдетте вагондардың ыдыстық коэффициенті оның жүк көтергіштігін арттырған кезде азаяды. Бірақта техникалық ыдыстық коэффициент вагонның пайдалану сапасын толық аша алмайды. Сондықтан вагонның іс жүзінде пайдалануын ескеретін тиеу (нақты) ыдыстық коэффициентін пайдаланады. Оны былай анықтауға болады

$$k_{\text{т.н}} = \frac{q_{\text{т}}}{V \cdot \gamma_M} \text{ немесе } k_{\text{т.н}} = \frac{q_{\text{т}}}{q k_{\text{ж}}}, \quad (4.2)$$

мұндағы V - вагон шанағындағы жүктің көлемі, м^3; γ_M - тасымалданатын материалдың тығыздығы, т/м^3; $k_{\text{ж}}$ - жүк көтергіштікті пайдалану коэффициенті.

Егер думпкарлардың техникалық ыдыстық коэффициенті, мысалы 0,5 тең болса, онда оның тиеу ыдыстық коэффициенті 0,6-0,7 тең болады.

Вагонның шанағының геометриялық көлемі шанақты қалыпты тиеу кезінде вагонның жүк көтергіштігін толық пайдаланатындай болуы керек.

Тасымалданатын жүктің іс жүзіндегі көлемі екі бөліктен құрастырылады: біріншісі геометриялық көлем шегінде орналасады, ал екіншісі борт деңгейінен биік орналасқан бос жыныстық призма.

Шанақтың геометриялық көлемі вагонды өте мұқият тиегеннің өзінде шанақтың алдыңғы, артқы тік бөліктерінің толық тиелмеуі салдарынан және поезд қозғалысы кезінде жүктің төгілмеуі үшін борт биіктігін толық пайдаланбау салдарынан 90-95% ғана пайдаланылады. Жүктің борттан биік бөлігі шанақ көлемінің 20-25% құрайды. Сөйтіп, шанақтың геометриялық көлемін жалпы пайдалану коэффициенті $k_{\text{г.к}}$ = 1,1÷1,2 тең болады.

Ал шанақтың геометриялық көлемі

$$V_{\text{г}} = \frac{q}{k_{\text{г.к}} \cdot \gamma_M}, \text{ м}^3 \quad (4.3)$$

Үлестік көлем деп (м^3/м) жүктің шанақтағы көлемінің шанақтың ішкі ұзындығына қатынасын айтады. Жүк көтергіштігі 85 және 105 тонналық думпкарлар үшін үлестік көлем 3,3 және 4,2 м^3/м құрайды.

ЭКГ-4,6, ЭКГ-8И және ЭКГ-12,5 карьерлік экскаваторлар шөмішінің үлестік көлемі сәйкесінше 2; 3 және 4м^3/м тең.

Экскаватор өнімді жұмыс жасау үшін шөміштің сызықтық сыйымдылығы вагон шанағының үлестік көлеміне тең немесе аз болуы керек. Мысалы, ЭКГ-20 экскаваторымен жұмыс жасаған кезде, думпкар шанағының үлестік көлемі 6м^3/м ден кем болмауы керек [9-11].

Вагонның осьтер саны оське түсетін салмақтың рұқсат етілген шамасымен анықталады. Ал оське түсетін салмақ өз кезегінде темір жол жолының алып жүру қабілетімен шектеледі. Топырақты төсем ретінде әртүрлі тау-кен жыныстарын пайдаланатын карьерлер жағдайында топыраққа түсірілетін қысымның рұқсат етілген шамасы 0,15-0,3МПа. Мұндай жолдардағы вагон осіне түсетін салмақ 300-320кН тең болады.

Сондықтан топыраққа түсірілетін қысымның рұқсат етілген шамасы шарты бойынша, төрт осьті вагондардың жүк көтергіштігі 75-85 т шектеледі. Үлкен жүк көтергіштік кезінде алты және сегіз осьті вагондар пайдаланылады. Мысалы алты осьті думпкарлардың жүк көтергіштігі 105 т, ал сегіз осьті думпкарлардың жүк көтергіштігі 180 т тең.

Вагондардың сызықтық өлшемдеріне шанақтың ені, ұзындығы, биіктігі, вагон ұзындығы, биіктігі жатады.

Шанақтың көлденең қимасы жылжымалы құрамның қабылданған габаритімен анықталады.

Думпкарлар шанағының биіктігі вагонды аудару кезіндегі тұрақтылық шартымен шектеледі.

Шанақтың және вагонның ұзындығы берілген жүк көтергіштік және шанақ көлденең қимасы бойынша анықталады. Сол сияқты вагон ұзындығы жолдың қисық учаскелерінен өту шарты бойынша шектеліп отырады.

4.3. Вагондарды пайдалану және жөндеу

Карьер жағдайында вагондардың жұмыс процесі экскаваторлармен немесе бункерлерден тиелу, түсіру орнына қозғалу және түсіруден тұрады. Осы процестердің ішіндегі ең ауыры тиеу процесі, себебі осы кезде вагондардың қажетті беріктігі және сенімділігі анықталады. Карьерлік жолдар, әсіресе көшпелі жолдардың күйлері өте төмен болып келеді.

Сонымен бірге олар радиусы 80 метрлік қисық учаскелерден тұрады. Осының барлығы карьерлерде вагондарды пайдалану жағдайының ауырлығын көрсетеді, ал вагон паркін ұстау, күту құны тасымалдау құнының 10-15% құрайды.

Шанақтың ішкі беттерінде жүктің жабысып және қатып қалуына қарсы күрес мақсатында (профилактикалық) сақтандыру шаралары жүргізіліп отырады. Бұл кезде думпкар шанақтарының ішкі беттерін тұз ертінділерімен, мұнай өнімдерімен, спирт қалдықтарымен және тағы басқаларымен өңдеп отырады. Бұл заттар шығыны 0,3-0,4 кг/м^2 құрайды.

Вагон паркіндегі барлық вагондарды бұзықсыз дұрыс ұстап отыру үшін техникалық қызмет көрсету және жөндеу жұмыстары жүргізіліп отырады.

Вагондарға күнделікті қызмет көрсетуге көп шаралар кіреді, мысалы, техникалық байқау және жеңіл-желпі (өтпелі) жөндеу жұмыстары.

Техникалық байқау күнделікті жүргізіледі және поездардың қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз етуге арналған. Жеңіл-желпі жөндеу кезінде кездейсоқ істен шыққан жерлерді жөндейді, істемейтін, сынған детальдарды жаңасымен немесе ескі жұмыс істейтіндерімен ауыстырады.

Жеңіл-желпі жөндеу вагондарды тіркеуден ағытусыз және тіркеуден ағытып жөндеу болып бөлінеді. Тіркеуден ағытусыз қарау және жөндеу станцияда орналасқан техникалық байқау орындарында жүргізіледі. Бұл кезде құрамның (составтың) негізгі бөліктері мен детальдарының жарамдылығын тексеріп, майда бұзылған жерлерін дұрыстайды. Тіркеуден ағытып жөндеу кезінде вагонды техникалық байқау орнының арнайы жолына немесе депоға жібереді.

Думпкарлардың ең жиі кездейсоқ бұзылуларына автоматикалық тежеу немесе тежеу магистраліндегі ауаның азайып кетуі, борттың толық жабылмауы, рычагты берілістердің біліктерінің сынуы міне осылар жатады.

Қыс айларында вагон бұзылулары күрт өсіп кетеді, бұл техникалық жөндеу қызметін ұйымдастыруды қажет етеді. Бұл төменгі температурада металдың морт сынғыштығымен және резеңкелі манжеттердің иілгіштігінің кемуімен түсіндіріледі.

Жөндеудің сақтандыратын, деполық және күрделі түрлері болады.

Сақтандыратын жөндеу кезінде тежеуіш жүйесін жөндеу және реттеу, сол сияқты аудару жүйесін, соқпалы тіркеуші приборларды, букс пен подшипниктерді тексеру жұмыстары жүргізіледі.

Деполық жөндеу кезінде вагонды жартылай бөлшектеп, қос доңғалақтың жарамдылығын, тежеуіш жүйесін, түсіру жүйесін, соқпалы тіркеме приборларын, вагон және шанақ рамаларын тексеру жұмыстары жүргізіледі.

Күрделі жөндеу кезінде вагонды толық бөлшектейді. Жасалған ақаулық мәліметтік тізімге сәйкес тозған детальдарды қалпына келтіру немесе оларды жаңасымен ауыстыру жұмыстары жүргізіледі.

Барлық жөндеу түрлері электровозды-вагондық немесе вагондық депода жүргізіледі.

Вагондық депо қос доңғалақтарды жөндеуді жүргізу үшін жабдықтармен (бандаждарды қыздыру үшін электр ошағы, егеу, қайрау, токарьлық, бұрғылау, жону және басқа станоктар) жабдықталады. Сонымен қатар механикалық, ұсталық-дәнекерлеуші, роликті және автоматтық бөлімшелер де қарастырылады.

Жылжымалы құрамды жөндеу кезінде агрегаттық-тораптық әдіс қолдану қажет, ол вагондардың жөндеу кезінде бос жұмыссыз тұру ұзақтығын қысқартып, жұмыс құнын азайтуға мүмкіндік береді. Бұл жағдайда жылжымалы құрамның тозған және бұзылған бөліктері жаңалармен ауыстырылып, олар кейін арнайы бригадамен жөнделетін болады.

Күрделі жөндеу мерзімі 3-4 жылда бір рет, деполық жөндеу бір жылда бір рет, сақтандыратын жөндеу 1-2 айда бір рет жүргізіліп отыруы тиіс.

Күрделі жөндеу кезінде вагонның бос жұмыссыз тұру уақыты 6-8 тәулік, деполық жөндеуде 1,5-2 тәулік, сақтандыратын жөндеу кезінде 4-6 сағат болуы керек.

5. ЛОКОМОТИВТЕР

5.1. Электровоз туралы жалпы мағлұмат және олардың түрлері

Ашық кен қазу жұмыстарында локомотивтердің екі түрі электровоздар мен тепловоздар қолданылады. Карьерлік локомотивтердің бірқатар ерекше сипаттамалары бар. Олардың негізгілері жолдардың ұзақ өрлерінде жылдамдығын төмендетпей жүріп өтуі және радиусы 80-100 м болатын қисық жолдарда жүру мүмкіндігі; дербестілігі, яғни энергия көзіне тәуелсіздігі; әртүрлі климаттық жағдайға қарамастан жұмыс істеуге дайындығы; жоғары тиімділігі.

Карьерлік көлік саласында, карьерлік жағдайда басқа тарту түрлерімен салыстырғанда электрлі тарту ең тиімді болып саналады.

Электрлі тартудың негізгі артықшылықтары: 40‰ дейінгі өрлерде жұмыс істей беруі, ал моторлы думпкарларды қолданғанда 60‰ дейін жұмыс істей алады; локомотивтердің жоғары меншікті қуаты және үлкен қысқа уақыттық күштерге шыдау қабілеттілігі; салыстырмалы жоғары үнемділігі (жүйенің пайдалы әсер коэффициенті 14-16%, ал электрлі локомотивтердің п.ә.к. 86-88%); бірнеше секцияларды қосу арқылы қабысу (ілінісу) массасын арттыру мүмкіндігі; локомотивтік бригаданың үптелген (комфортты) жұмыс жағдайы; климаттық жағдайға тәуелсіздігі; құрамды тиеу және түсіру кезінде энергияны пайдаланбауы.

Соңғы кезге дейін карьерлік 1520 мм табанды жол көліктері үшін 1500В кернеулер қолданылып келді. Жүк ағымы үлкен және терең карьерлер пайда болуына байланысты локомотивтердің қабысу (ілінісу) массасы мен қуатын үлкейту қажет болды. Бұл үшін түйіспелі сымдарда кернеуді арттыру қажет. Осыған байланысты екі бағыт айқындалды. Біріншісі кернеуі 3000В болатын тұрақты ток жүйесін қолдану, ал екіншісі кернеуі 10кВ болатын айнымалы ток жүйесін қолдану. Екі жағдайда да локомотивтердің қабысу (ілінісу) массасы мен қуатын арттыруға мүмкіндік туады.

Кернеуі 3000В болатын тұрақты токқа өту локомотивтің белгілі бір тартқыштық қасиетін жоғалтуына алып келеді. 1500 вольттық кернеуге есептелген электровоздардың қозғалтқыштарында кернеу 3000В дейін артқанда, олар тізбектеліп қосылады, бұл іске асырылатын қабысу (ілінісу) коэффициентінің деңгейін төмендетіп жібереді.

Бұл кемшілікті тұрақты ток жүйесі кезінде кернеудің тиристорлы түрлендіргіштерін қолдану арқылы жоюға болады. Осының арқасында карьерлерде кернеулері 1500/3000В тұрақты ток жүйесі қолданыла бастады. Электровоз екі кернеу мәнінде жұмыс істей беретін болды, ал карьерлер біртіндеп 3000В кернеуге ауыстырыла бастады. Мысалы, осы әдіспен Сарбай темір рудалы карьерінде электрлі тарту жүйесін қайту құру жүзеге асырылды.

Бір фазалы айнымалы ток жүйесінің болашағы өте зор. Осы жүйе арқылы түйіспелі сымдарға токтың өнеркәсіптік жиілігі 50Гц шамасы 10-25 мың В болатын жоғары кернеуді оны тікелей электровозда төмендетіп беруге болады. Бірақта қалыпты жиіліктегі айнымалы токты пайдаланатын жоғары нәтижелі және сенімді тартқыш қозғалтқышының жоқтығы, бұл электрлі тартқыш жүйесін қолдануды тоқтатып отыр. Осыған байланысты басқа бір фазалы тұрақты ток жүйесі ойланып шығарылды. Бұл жағдайда жоғары кернеулі бір фазалы айнымалы токпен қоректенетін электровоз төмендеткіш трансформатормен, түзеткіш қондырғымен және тұрақты ток тартқыш қозғалтқышымен жабдықталады. Сөйтіп локомотивтің тартқыштық қасиетін төмендетпей, оны электр энергиясымен қамтамасыз ету жүйесін қысқартуға және жеңілдетуге қол жеткізілді.

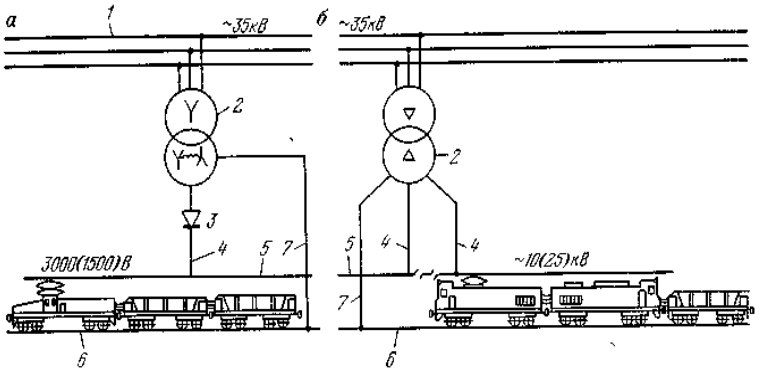
Қазіргі уақытта бірқатар карьерлерде айнымалы токты пайдаланатын электрлі тартқыштар ойдағыдай жұмыс істеуде. Оларға Қашқанар, Коршун, Лебединский кен-байыту комбинаттарының карьерлері, Кузбасс және Екібастұз разрездерінің карьерлері мысал бола алады. Қазіргі уақытта олар кернеуі 10кВ болатын айнымалы ток жүйесімен жұмыс істеуде, болашақта кернеуі 25кВ дейін болатын айнамалы токты пайдалануы мүмкін [12].

Көлікті электрлендіру кезінде электр энергиясын энергия жүйесінен қозғалыстағы локомотивтерге беру үшін қондырғылар арқылы электр энергиясымен қамтамасыз ету жүйесі жасалып шығарылды. Бұл кезде электр станциясынан энергия (5.1-сурет) электр беру желісімен 1 тартқыш аралық станцияға беріледі.

Көлік тұрақты токпен қоректенген кезде тартқыш аралық станцияда трансформатормен 2 кернеу төмендетіліп, түзеткіштердің 3 көмегімен айнымалы ток тұрақты токқа түрлендіру жүзеге асырылады. Сонан кейін ол түйіспелі желіге беріледі.

Айнымалы токта электендіру кезінде электр энергиясы түйіспелі сымға тікелей төмендетуші тартқыш аралық станциядан беріледі. Ал берілген айнымалы ток тұрақты токқа локомотивтің өзінде түрлендіріледі.

Тұрақты және айнымалы ток тартқыш желісі қоректендіруші желіден 4, электровоздың ток алғышына электр энергиясын беретін түйіспелі сымнан 5, рельстік тізбектен 6, аралық станция шиналарына токты өткізетін сорушы желіден 7 тұрады.



5.1-сурет. Электр энергиясымен локомотивтердің қоректену сұлбасы:
а – тұрақты токты; б – айнымалы токты

Ашық кен қазуда тартқыш аралық станцияның оң шинасын «+» түйіспелі сымға, ал теріс шинасын «-» рельске қосады.

Тартқыш аралық станциялар стационарлы немесе көшпелі болуы мүмкін. Стационарлы аралық станциялар карьердің бір бортына орналастырылады, ал көшпелі аралық станциялар темір жол платформаларында орналастырылып тау-кен жұмысының дамуына байланысты, оған жақындап жылжып отырады.

Тартқыш аралық станциялардың саны және орны электрленген жолдың ұзындығына, көлік сұлбаларының тарамдалуына, жүк ағымына, кернеу шамасына және тартқыштық күштеріне байланысты техника-экономикалық есептеулер негізінде таңдалып анықталады.

Түйіспелі желінің негізгі элементтері тіректер және қимасы 85 немесе 100 мм^2 болатын түйіспелі мыс сымдардан тұрады. Түйіспелі мыс сымдар оқшаулағыштар арқылы тіректерге асылып ілінеді.

Карьерлердегі түйіспелі желілер де стационарлы және көшпелі болып бөлінеді. Тіректер бір-бірінен 35-50 м қашықтықта темір жол бойына орнатылады.

Бір жолды желіде түйіспелі желінің тіректерінің сымдарды асып іліп ұстап тұратын консольдары болады. Ал екі және көп жолды желіде тіректер жолдың екі жағына орнатылып бір-бірімен иілгіш көлденең сымдармен қосылады. Бұл көлденең сымдарға барлық жолдардың түйіспелі сымдары ілінеді.

5.2. Электрлі жылжымалы құрамның (составтың) негізгі түрлері және параметрлері

Карьерлік электрлі жылжымалы құрамдар, яғни электрлі локомотивтер екі негізгі топқа бөлінеді: электровоздар және тартқыш агрегаттар.

Электровоз деп тартқыш электрлі қозғалтқыштармен қозғалатын және тіркеме бөлікті тартуға арналған жеке локомотивті айтады.

Тартқыш агрегат деп бірнеше секциялардан (бөліктерден) тұратын, олардың әр қайсысы жалпы тарту күшінің бір бөлігін жасап шығаратын, бірақ ерекше функционалды міндеті бар

локомотивті айтады. Әдетте тартқыш агрегат құрамына басқару электровозы, автономды (дербес) қоректендіру секциясы (дизельді секция) және моторлы думпкар кіреді.

Электрлі жылжымалы құрам осьтер саны, шанақ (формасы) пішіні және қозғалтқыштарды электр энергиясымен қоректендіру тәсілі бойынша бөлінеді. Карьерлік электровоздар қабысу массасына байланысты төрт немесе алты осьті болып орындалады. Осьтер саны бұл кезде оське түсетін рұқсат етілген салмақ бойынша анықталады. Қазіргі жол күйі бойынша ол 300-320 кН аспауы керек. Тартқыш агрегатардың секциялары төрт осьті болып орындалады.

Карьерлік электровоздар шанақ пішіні бойынша вагондық типтегі шанағы бар және будкалы (күркелі) шанағы бар болып бөлінеді. Будкалы шанағы бар электровозда машинист кабинасы локомотивтің орта бөлігінде, ал вагондық типтегі шанағы бар электровозда машинист кабинасы локомотивтің алдында орналасады.

Карьерлік электровоздар қозғалтқыштарды электр энергиясымен қоректендіру тәсілі бойынша түйіспелі, түйіспелі-дизельді, түйіспелі-аккумуляторлы болып бөлінеді.

Түйіспелі электровоздар карьерлік электровоздардың ішіндегі негізгі түрі болып саналады. Олар электр энергиясын тұрақты және айнымалы токтың түйіспелі желісінен алады, соның арқасында түйіспелі электровоздың қуаты іс жүзінде шектелмейді. Осыған байланысты түйіспелі электровоздар электровоздардың басқа түрлерімен салыстырғанда үлестік қуатының (қуаттың қабысу масса бірлігіне қатынасы) шамасы ең үлкен болып табылады. Бұл үлкен қозғалыс жылдамдығын дамытуға, орнынан қозғалғанда үлкен үдеу тудыруға мүмкіндік жасайды. Карьер жағдайында түйіспелі электровоздар 40-45‰ өрлерде қозғалыс жылдамдығын төмендетпей жүріп кете береді.

Түйіспелі электровоздардың қабысу (ілінісу) массасы 150-180 т, қуаты 2000-2500 кВт дейін болады.

Түйіспелі электровоздардың кемшілігі түйіспелі желінің қажеттілігі, олар тау-кен жұмысын жүргізуде, әсіресе көшпелі кемерлерде және үйінді жолдарында біраз қиыншылықтар тудырады.

Осы кемшіліктерді болдырмау мақсатында түйіспелі-дизельді электровоздар жасалып шығарылды. Олар тұрақты жолдарда электровоздық режимде түйіспелі желіден қоректеніп жұмыс істейді, ал электрлендірілмеген көшпелі жолдарда энергияны дизельді-генератор қондырғысынан алады.

Қуаты 25-35% электровоз қуатына тең дизель генераторды айналдырып, ол өз кезегінде тартқыш қозғалтқыштарды электр энергиясымен қоректендіріп отырады.

Түйіспелі-дизельді электровоздарды қолданған кезде көшпелі түйіспелі желілердің болмауына және тартқыш аралық станциялар қуатының азаюына байланысты шығындар төмендейді. Соған қарамастан электровоздың бұл түрі түйіспелі электровоздарға қарағанда 20-25% қымбатқа түседі. Оны пайдалану және жөндеу жұмыстары біраз күрделірек, сол себепті шығын өсіп кетеді.

Түйіспелі-дизельді электровоздарды әсіресе карьер ішіндегі және үйіндідегі көшпелі жолдардың ұзындығы үлкен болғанда қолдану тиімді болып табылады.

Түйіспелі-аккумуляторлы электровоздар. Еңістігі аз көшпелі жолдарда жұмыс істегенде электровоздың тартқыш қозғалтқышы энергияны аккумулятор батареяларынан алып қоректенеді. Еңістігі үлкен стационарлы жолдарда электровоз энергияны түйіспелі желіден алып қозғалады және осы уақытта көшпелі жолдарда энергиясы (заряды) таусылған аккумуляторды зарядтап қалпына келтіреді.

Тартқыш агрегаттар түйіспелі немесе түйіспелі-дизельді локомотив түрінде орындалады. Олар карьерлік локомотивтерге қойылатын ерекше талаптарға сәйкес жұмыс істейді. Түйіспелі режимде жұмыс істегенде профилі ауыр шығу жолдарында тартқыш агрегаттың барлық секциясының қозғалтқыштары түйіспелі желі энергиясымен қоректенеді. Бұл режимде тартқыш агрегат қуаты 6500 кВт жетеді. Электрлендірілмеген забойлық немесе үйінділік жолдарда қозғалғанда барлық секцияның қозғалтқыштары дизельдік секцияда орнатылған дизельді-генераторлы қондырғыдан қоректенеді. Дизельдің қуаты 1100-1500 кВт құрайды.

Тартқыш агрегаттың құрамына сонымен қатар карьерлердегі электрлі тартқыш кезінде жылжымалы құрамның бір түрі ретінде қолданылатын моторлы думпкарлар кіреді.

Бұл жағдайда думпкар тартқыш электр қозғалтқыштармен және бірен-саран аппаратурамен жабдықталады, ал қалған басқару аппаратурасы тартқыш агрегат құрамындағы электровоздағы басқару бөлімінде орнатылады.

Жылжымалы құрамның мұндай түрін қолдану қажеттілігі поезд массасының артуы немесе жолдың көтерілу биіктігінің өсуі салдарынан электровозға керекті қабысу массасы кенет өсіп кетеді. Жолдың көтерілу биіктігі 50-60‰ артқан кезде электровоздың қажетті қабысу массасы поездың тіркеме бөлігінің массасына жуықтайды. Екі бағытта да пайдасыз жүктің көп өсіп кету нәтижесінде тасымалдау шығыны көбейіп кетеді. Локомотив пен вагон қасиеттерін бір өзінде біріктіретін моторлы думпкарларды қолдану арқылы электровоздың массасын азайтуға мүмкіндік туады, себебі моторлы думпкарлардың қабысу массасы тасымалданатын жүк есебінен жасалынады.

Электрлі құрамның негізгі параметрлеріне қабысу массасы, тартқыш қозғалтқыштардың және автономды (тәуелсіз) қоректендіру көзінің қуаты жатады.

Қабысу массасы деп локомотивтің жетекші (қозғаушы) осьтеріне түсетін массаны айтады.

Біздің елімізде қабысу массасы 80-100 т төрт осьті және қабысу массасы 150-180 т алты осьті карьерлік электровоздар пайдаланылады.

Локомотивтің ұтымды қабысу массасы карьердің тасымалдау сұлба параметрлерімен анықталады. Атап айтқанда жетекші еңістікпен, карьер тереңдігімен, тасымалдау ұзындығымен.

Карьерлік локомотивтердің қозғалтқыш қуаты жұмыс режимімен анықталады. Негізгі әсер ететін факторларға, карьер тереңдігі, еңістік шамасы және өрлердегі қозғалыс жылдамдығы жатады.

Елімізде электровоздардың мынадай түрлері бар: EL-2, EL-1, 21Е, 26Е – бұлар тұрақты токта жұмыс істейтіндер, ал айнымалы токта Д-94 электровозы.

Тартқыш агрегаттардың тұрақты токта жұмыс жасайтындарына ПЭ2М, ПЭ3Т, ал айнымалы токта EL-10, ОПЭ-1, ОПЭ1А, ОПЭБ маркалары.

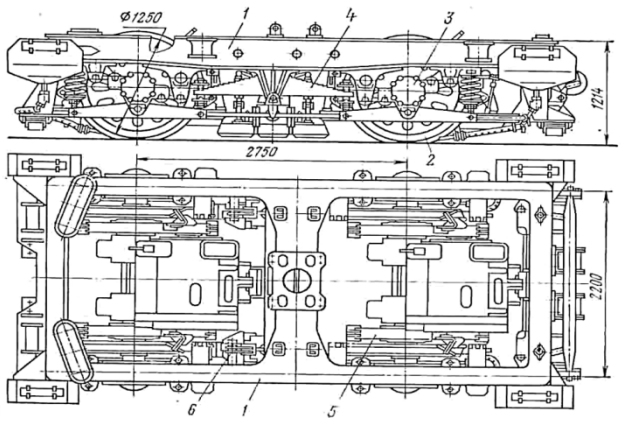
5.3. Электровоздар мен тартқыш агрегаттардың құрылысы

Электрлі жылжымалы құрам механикалық, пневматикалық және электрлік жүйелерден тұрады. Механикалық жабдықтарға арбалар және шанақ жатады. Пневматикалық жүйеге тежеуіш және пневматикалық жабдықтар кіреді. Электрлік жүйе тартқыш қозғалтқыштардан, транформаторлардан, статикалық түрлендіргіштерден, іске қосу-реттеуші аппаратураларынан, ток алғыштардан, қорғау аппаратураларынан, көмекші электр машиналарынан тұрады.

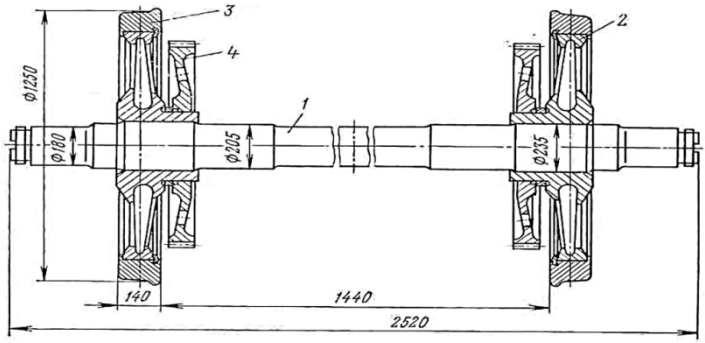
Автономды қоректендіру көзі бар тартқыш агрегат дизельмен және оған қажетті жабдықтар жүйесімен жабдықталған.

Карьерлік электровоздар мен тартқыш агрегаттардың арбалары екі осьті болады және әр қос доңғалақ өзінің жеке тартқыш электр қозғалтқышы бар жетегімен орындалады. Арба (5.2-сурет) рамадан 1, қос доңғалақтан 2, букстардан 3, рессорлық аспадан 4, тартқыш берілісінен 5 және тежеуіш жүйесінен 6 тұрады.

Арба рамасы арбаның барлық құрамдас бөліктерін қосады, ол шанақ масасын және локомотивтің қисық жолдарымен қозғалысы кезінде пайда болатын бүйірлік күштерді қабылдап, тарту және тежеу күштерін беріп отырады.



5.2-сурет. Тартқыш агрегаттың арбасы



5.3-сурет. Электровоздың қос доңғалағы

Электровоздар мен тартқыш агрегаттарда мүшеленген және мүшеленбеген арбалар қолданылады.

Электровоздың қос доңғалағы (5.3-сурет) осьтен 1, екі доңғалақ центрлерінен 2, бандаждан 3 , бір немесе екі тісті доңғалақтан 4 тұрады. Осьтер ұшында букс подшипниктері шайбасын бекіту қарастырылған. Доңғалақ центрлері оське 1000-1500 кН күшпен престеліп орнатылған. Тісті доңғалақтардың қисық тістері болады.

Шестернялар жоғары сапалы хромды никельді болаттан жасалынады. Сырғанау подшипниктері бар букстар қос доңғалақтағы күштерді арба рамасына беру үшін қызмет атқарады.

Аспалы рессорлар қос доңғалақтан берілген динамикалық соққыларды жұмсарту үшін және осьтер арасындағы жүктерді бірқалыпты тарату үшін қызмет атқарады. Соққыларды жұмсарту үшін тақташалы рессорлар және цилиндрлі серіппелер пайдаланылады.

Тартқыш берілісі тартқыш қозғалтқыш білігінен айналдырушы моментті қос доңғалақ осьіне беру үшін қызмет атқарады. Шестернялар қозғалтқыш білігінің екі ұшында бекітілген, ал тісті доңғалақ қос доңғалақ күпшегіне орнатылады. Тісті беріліс қаптамамен жабылған және ішіне май құйылып ванна түрінде жасалынады.

Тежеуіш жүйесі пневматикалық цилиндрден қос доңғалақ бандаждарына әсер ететін тежеуіш қалыптарына күштерді беру үшін қызмет атқарады.

Электровоз шанағы өзінің үстіне кабинаны және барлық жабдықтарды орналастыру үшін қызмет атқарады. EL-1 электровозы мен ОПЭ-1 тартқыш агрегатының шанағы вагондық типте жасалған және алдында, артында екі басқару кабинасымен жабдықталған. Мұндай конструкция электровоз бригадасының қозғалыс бағытын ауыстырған кезде бір кабинадан екінші кабинаға өтуіне тура келеді.

Карьерлік электровоздар мен тартқыш агрегаттардың көбісі (мысалы Д-94, 21Е, ПЭ2М) будка (күрке) түріндегі шанақпен орындалған. Олардың кабинасы электровоздың ортасында орнатылады. Екі бағытта да қозғалғанда қажет болатын ішінде екі басқару орны (пост) болады.

5.4. Тепловоздардың түрлері, қолдану аймағы, жалпы құрылысы, беріліс түрлері

Тепловоздар деп іштен жанатын қозғалтқышпен жабдықталған локомотивті айтады. Іштен жанатын қозғалтқыштың қуаты оның иінді білігінің айналу жиілігіне тура пропорционал болады. Орнынан қозғалу кезінде қозғалтқыш ең үлкен айналдырушы моментті жасау керек, яғни ең үлкен айналу жиілігінде болу керек. Сондықтан іштен жанатын қозғалтқыш қос доңғалақпен тікелей байланыспауы керек. Іске қосу үшін қозғалтқыш қос доңғалақтан ажыратылып, бос жүріс қарқынын күшейтіп, сонан кейін айналдырушы моментті жайлап (бірқалыпты) осьтерге береді.

Қозғаушы осьтерге айналдырушы моментті беру тәсілі бойынша тепловоздар механикалық (оларды әдетте мотовоздар деп атайды), электрлі механикалық және гидравликалы механикалық берілісті болып бөлінеді.

Механикалық берілісті тепловоздарда айналыс қозғалтқыштан қозғаушы осьтерге беріліс қорабы және ілінісу муфтасы арқылы беріледі. Мұндай жүйе қуаты 180-220 кВт кезінде мүмкін болады.

Гидромеханикалық беріліс кәдімгі гидравликалық беріліс пен механикалық (тісті) берілістің қосылуы болып табылады және ол механикалық беріліске қарағанда үлкен қуатты беруге мүмкіндік жасайды (600-750 кВт дейін).

Электрлі механикалық берілісті тепловоздар жалпы пайдаланудағы темір жолдарда және карьерлерде кең қолданысқа ие болды. Электрлі механикалық берілісте іштен жанатын қозғалтқыш (дизель) тұрақты немесе айнымалы типтегі генераторды айналдырып, ол тартқыш қозғалтқыштарды және көмекші машиналарды электр энергиясымен қоректендіреді.

Тепловоздық тартудың негізгі артықшылығы оның автономдығы (тәуелсіздігі).

Тепловоздарды қолданғанда карьер жұмысында тасымалдауды қымбаттатып және үлкен қиындықтар тудыратын түйіспелі желінің қажеттілігі болмай қалады.

Көптеген карьерлерде көшпелі түйіспелі желінің ұзындығы ондаған километрмен есептеледі, оның құны жалпы тасымалдау құнының 12-15% құрайды. Түйіспелі желі сол сияқты қопару жұмыстарын жүргізуді қиындатады, экскаваторлардың забойдан забойға ауысқанда және темір жолмен габаритті емес жабдықтарды (бұрғылау станоктарын, крандарды және тағы басқаларын) тасымалдағанда қиындықтар тудырады. Бұл жағдайлардың карьерлерде тепловоздық тартуды қолданудың тиімділігін бағалау кезінде үлкен мәні бар.

Тепловоздық тарту рудалы және көмір карьерлерінде кең таралып үлкен қолданысқа ие болды.

Локомотив ретінде бір секциялы ТЭМ1, ТЭМ2 тепловоздары және бір немесе екі секциялы магистральды ТЭ3, ТЭМ7 тепловоздар пайдаланылады.

Электрлі механикалық берілісті ТЭМ1 тепловозының қабысу массасы 120 т, ал дизель қуаты 735 кВт тең. Тепловоздың жабдықтары екі үш осьті арбалардың үстіне орнатылған басты рама үстінде құрастырылған. Тепловоздың шанағы бес бөліктен тұрады: мұздатқыш камерасынан, машиналық бөлімнен, жоғары вольтты камерадан, машинист кабинасынан және аккумуляторлық батареялар бөлігінен.

Кабинада тепловозды басқару приборларының пульті орнатылған. Тепловозды басқару сегіз позициялы басқару аппаратымен (контроллермен) жүргізіледі. 2Д50 дизель білігінде басты генератор орнатылған. Осыдан басқа басты генератор арқылы компрессор, тартқыш қозғалтқыштарды суытатын желдеткіштер, қоректендіру тізбектерін басқару, жарықтандыру және мұздатқыш желдеткіштер генераторы іске қосылады. Әрқайсысында үш қозғалтқышы бар екі топтағы тартқыш қозғалтқыштары тізбектеліп қосылады.

ТЭ3 тепловозының бір секциясының қабысу массасы 127 т, ал әр секцияда қуаты 1470 кВт дизель орнатылған. Күштік қондырғы мен тепловоз шанағы екі үші осьті арбада орнатылған басты рама үстіне орнатылады. Тепловоз арбасында роликті букстар қойылған. ТЭ3 тепловозы жүретін қисық жолдар радиусы 150-160 м кем болмауы керек. Әрбір арбада үш тартқыш қозғалтқыш орнатылған, олар доңғалақтарға айналысты бір жақты цилиндрлі тісті берілістер арқылы беріп отырады.

Дизельдің алдыңғы білігінің ұшы қатаң муфта арқылы тұрақты токтағы басты генератормен қосылады, ал артқы білігі таратқыш редуктор арқылы компрессорды, тартқыш қозғалтқыш желдеткішін және мұздатқыш желдеткішін іске қосып отырады.

Басты генератор тогы тізбектеліп қосылған алты тартқыш қозғалтқыштарға келіп түседі. Тепловоздың жылдамдығын және оның тарту күшін реттеу генераторды қоздыруды өзгерту және дизельдің айналу жиілігін жанармай мөлшерін өзгерту арқылы жүзеге асырылады. Тепловоздың әрбір секциясы бір басқару орнынан тұрады.

Электрлі механикалық берілісті ТЭМ7 тепловозы бір секциялы сегіз осьті, қабысу массасы 180 тонналық болып орындалады. Бұл тепловоз өнеркәсіптік көлік жағдайына бейімделген.

Тепловоздың кабинасы машинист орнынан бүйір жақтарды шолып қарап отыруға болатын етіп жасалған. Тепловоз конструкциясында айнымалы токты тартқыш генератор, электр

жабдықтарын суыту жүйесі, қабысу массасын арттыру мақсатында осьтер арасындағы жүктерді механикалық тарату жүйесі қарастырылған.

Тепловоздар тереңдігі аз карьерлерде, көшпелі жолдардың ұзындығы үлкен болған кезде тиімді болып саналады.

Электровозға қарағанда тепловоздық көлікте негізгі жабдықтарды сатып алудағы күрделі шығындар 15-20% артық болады.

Тепловоздық көліктің автономдығы (тәуелсіздігі) тау-кен күрделі жұмыстар мерзімін қысқартуға мүмкіндік жасайды.

Электрлендірілмеген жолдардағы қайта төсеу уақытының қысқаруы, қопару жұмыстарын жүргізу кезінде түйіспелі желіні көшіруге кететін уақыт шығынының болмауы, тиеп-тасымалдау комплексінің өнімділігін 10-15% арттыруға мүмкіндік береді.

5.5. Локомотивтерді жөндеу және оған техникалық қызмет көрсету

Электрлі жылжымалы құрамның сенімділік деңгейі электровозды конструкциялық жетілдіру деңгейімен және пайдалану жағдайларымен анықталады. Карьерлік электровоздардың жұмыстан шығып қалу себептері мынадай негізгі агрегаттар мен жүйелердің бұзылуынан болады: тартқыш қозғалтқыштардың, көмекші машиналардың, электр аппаратураларының, механикалық бөлігінің, пневматикалық жүйесінің. Тартқыш қозғалтқыштардың бұзылуы әдетте якорь орамдарының тесілуінен, коллектордың істен шығуынан, шестернялардың сынуынан болады.

Қосалқы машиналардың ең көп таралған бұзылулары мотор - компрессорлардың істен шығуы болып табылады. Электрлі аппаратураларда күштік басқару тетігі, ток алғыш, басқару тізбектерінің істен шығу салдарынан.

Локомотивтерді бұзықсыз күйінде ұстап отыру үшін және жанармай, су, майлау және құм қорларын толтырып отыру үшін карьерлерде депо және жабдықтау орындары қарастырылған.

Карьерлік локомотивтер үшін қызмет көрсетудің және жөндеудің мынадай түрлері қарастырылады.

Техникалық қызмет көрсету кезінде (ТҚ-1 (ТО-1), ТҚ-2 (ТО-2)) локомотивтік бригадалармен локомотивтің жұмыс қабілеттілігін сақтап отыру, қажалатын бөліктерін майлау, қозғалыстың қауіпсіздігін қамтамасыз ететін жүру бөлігін, тежеу жабдықтарын, қырағылық приборларды, радио байланыстарды қадағалау жұмыстары жүргізіліп отырады.

Техникалық қызмет көрсету – 1 ТҚ-1 (ТО-1) күнде, ал ТҚ-2 (ТО-2) техникалық қызмет көрсету -2 жергілікті жағдайға байланысты жүргізіліп отырады. Олар жолдарда жабдықтау немесе арнайы жолдарда жүргізіледі.

Сақтандыратын байқау ТҚ-3 (ТО-3) әр 1-1,5 ай сайын депода тексеру және қажетті реттеу мақсатында жүргізіліп отырады.

Жеңіл-желпі жөндеулер (ЖЖ-1, ЖЖ-2, ЖЖ-3) (ТР-1, ТР-2, ТР-3) депода тексеру, жеке детальдарды, агрегаттарды, бөлшектерді ауыстыру және қалпына келтіру мақсатында жүргізіліп отырады. ЖЖ-1 1,5 айда кемінде бір рет жүргізіледі, ұзақтығы 1-1,5 тәулік. Бұл кезде механикалық және электрлі бөліктер элементтерін мұқият тексеріп, бұзылған жерлерді жөндейді. ЖЖ-2 7-8 айда бір рет жүргізіледі. ЖЖ-3 15 айда бір рет жүргізіліп отырады. Бұл кезде қос доңғалақтарды тегістеу және қайрау, тартқыш қозғалтқыштардың және қосалқы машиналардың якорлерін тексеріп, талдап бөлшектеу жұмыстары жүргізіледі.

Электровоздарды орташа жөндеу 3-4 жылда бір рет, күрделі жөндеу 10 жылда бір рет жүргізіліп отырады. Бұл жөндеулер электровоз жасау заводтарында немесе тау-кен кәсіпорындарындағы арнайы завод цехтарында орындалады. Жөндеу уақыты 20-25 тәулікті құрайды.

Тепловоздардың күрделі жөндеулері 5 жылда бір рет жүргізіледі. Бұл жөндеу кезінде тепловоздың негізгі бөліктерін және жекелеген тораптарын қалпына келтіру жұмыстары жүргізіледі. Оларға дизель, бас және қосалқы генераторлар, компрессор, мұздатқыш, тартқыш электр қозғалтқыштары және жабдықтар жатады.

Локомотивтерді жөндеу үшін агрегаттық әдісті пайдаланған қолайлы болып саналады. Оның мәні алдын-ала жөнделген тораптар мен агрегаттар (арбалар, қозғалтқыштар, аппараттар және басқалары) жөнделуге келген локомотивке орнатылып, ал тозған агрегаттарды локомотивтен бөліп алып жөндеу цехтарына жіберіледі.

Мұндай жөндеу әдісі жөндеу сапасын арттырып, локомотивтердің жөндеуде тұрған уақытын қысқартады.

Депо ғимараты жөндеудің белгілі бір түрін жасайтын қоршалған арнайы орындардан және шеберханалардан тұрады.

Қоршалған арнайы орындар екі темір жол жіптері арасында қазылған қарау шұңқырларынан тұрады және көтергіш крандармен жабдықталады. Олардың саны жалпы жөндеу жұмысы көлемімен, ал ұзындығы локомотивтің түрімен анықталады.

Электровоз депосында слесарлық-механикалық, электр машиналық, сіңіріп-кептіруші, электр аппаратты, темір соғатын, бандаждық, құю, дәнекерлеу (пісіру), компрессорлық, ағаш ұста, сынау және басқа шеберханалар болады.

Локомотивті депо негізгі және байқаушы болып бөлінеді. Байқаушы депо бар болғаны бір ордан тұрады, ол электровоздарды техникалық байқау және мезгілдік жөндеуге арналған. Негізгі депо карьердің технологиялық комплекс алаңшаларында немесе тау жыныстық станция маңында салынады. Әдетте карьерлерде біріктірілген электровоздық-вагондық деполарды салады, оларда электровоз бен вагондарды жөндеуге арналған арнайы сәйкес қоршалған бөліктер мен бөлмелер болады.

Жұмыс істеп жүрген локомотивті жұмсалған су, жанармай, майлау материалдары және құмдар қорларын мезгілімен толтырып отыру керек. Осы мақсатта карьер станцияларында жанармай мен майлау материалдары қоймалары, су құбырлары мен құм кептіргіштер орналасқан жерлерде керек-жарақпен жабдықтау орындары қарастырылады. Локомотивтердің керек-жарақпен жабдықтау кезінде бос тұру уақытын қысқарту үшін барлық операциялар механикаландырылуы керек.

6. ТЕМІР ЖОЛ КӨЛІГІНІҢ ТАРТҚЫШТЫҚ ЕСЕПТЕРІ

6.1. Тарту күші, қозғалысқа кедергі күштері және тежеуіш күші

Поезд қозғалысына әсер ететін негізгі күштерге тарту күші F, қозғалысқа кедергі күштер W және тежеуіш күші B жатады.

Тарту күші деп локомотивтің қозғалтқышынан шыққан рельспен әсерлесетін локомотивтің қозғаушы доңғалағына түсірілген қозғалыс бағытымен бағытталған реттеуге болатын сыртқы күшті айтады.

Кез келген локомотивтің тарту күші оның үш негізгі элементтерімен шектеледі. Негізгі элементтерге энергия көзі, қозғалтқыш қуаты және қабысу массасы жатады.

Локомотивтің қалыпты қозғалу шарты бойынша тарту күші былай анықталады:

$$F \le 1000 \cdot P \cdot g \cdot \psi, \text{ Н}, \qquad (6.1)$$

мұндағы P – бір оське түсірілген локомотив массасы, т; ψ – қабысу (ілінісу) коэффициенті; g – еркін түсу үдеуі, м/с^2.

Қабысу коэффициенті локомотивтердің тартқыштық қасиеттерін сипаттайтын негізгі физикалық шамалардың бірі болып саналады.

Кабысу коэффициенті ψ көптеген физикалық және пайдалану факторларға байланысты болады. Бірінші кезекте доңғалақ пен рельстің жанасу беттерінің тазалығы мен күйіне. Қабысу коэффициентінің шамасын дәл есептеу мүмкін емес, оны тәжірибе жолымен анықтайды. Бұл үшін тәжірибе кезінде локомотив тайғанақтамай қозғалғанда динамометрмен немесе қозғалтқыштың тогы бойынша ең үлкен тарту күшін өлшейді. Локомотивтің қабысу массасын және тарту күшін біле отырып, қабысу коэффициентін анықтайды.

Осыдан басқа оны эмпиризм формуласымен анықтауға болады, ол былай өрнектеледі

$$\psi = \text{a} + \frac{в}{c + d\upsilon}, \qquad (6.2)$$

мұндағы υ – қозғалыс жылдамдығы, км/сағ; $a, в, c, d$ – тұрақты коэффициенттер, олардың шамасы тартқыш қозғалтқыштың түріне, іске қосу және жылдамдықты реттеу жүйесіне, қозғалтқыштарды бір-бірімен қосу сұлбасына байланысты болады.

Кабысу коэффициентін арттырудың кең тараған тәсілі қозғаушы доңғалақтар астына құм себу болып табылады. Мұндай тәсіл карьер жолдарының ауыр профильдерінде, әсіресе, составтың орнынан қозғалған кезде кеңінен қолданылады.

Электровоз бен тартқыш агрегаттың тарту күші қабысу массасы мен қозғалтқыштардың ең үлкен рұқсат етілген тогымен шектеледі.

Қозғалтқыштары әртүрлі сұлбалармен қосылған карьерлік электрлі жылжымалы құрамның қабысу коэффициенттері арасындағы айырмашылық былай түсіндіріледі. Егер тартқыш қозғалтқыштар бір тізбекте тізбектеліп қосылса, онда осы қозғалтқыштармен қозғалысқа түсетін осьтер бір-біріне электрлі тәуелді болып қалады. Осы кезде бір осьтегі доңғалақтың тайғанап тұрып қалуы бір-бірімен электрлі тәуелді барлық басқа қос доңғалақтардағы ток күшін төмендетіп жібереді. Ал қозғалтқыштарды параллель қосқан кезде мұндай байланыс анағұрлым аз сезіледі де жұмсалатын тартқыш күші 10-15% өседі. Сол сияқты тарту күшін бірқалыпты реттеп пайдаланған кезде жылдамдықты сатылап пайдаланғанға қарағанда тартқыш күші 5-10% артады.

Қабысу коэффициентінің шамасы қозғалтқыштарды тізбектеп-параллель және жылдамдықты сатылап реттеп қосқанда 0,22-0,23, ал орнынан қозғалғанда 0,28-0,3, параллель және жылдамдықты сатылап реттеп қосқанда -0,25-0,26, ал орнынан қозғалғанда 0,32-0,34, параллель және жылдамдықты бірқалыпты реттеп қосқанда 0,27-0,29, ал орнынан қозғалғанда 0,34-0,36 тең болады.

Электровоздың қозғалыс жылдамдығын υ және тарту күшін F қозғалтқышқа келіп түсетін кернеуді U және оның орамдарымен өтетін токты I өзгертіп реттейді.

Жылдамдық пен тарту күшінің қозғалтқыш тогына, яғни $\upsilon = f(I)$ және $F = f(I)$ тәуелділіктерін қозғаушы доңғалақтардың тогынындағы электрлі механикалық сипаттама деп атайды.

F=f(υ) тәуелділігін тартқыштық сипаттама деп атайды.

Электровоздың қозғалыс жылдамдығы υ мынадай заңдылықпен өзгереді

$$\upsilon = \frac{U_{коз} - I \cdot R}{c\Phi}, \text{ км/сағ}, \qquad (6.3)$$

мұндағы $U_{қоз}$ – қозғалтқышқа берілген кернеу, В; R – қозғалтқыш тізбегіндегі кедергі, Ом; Ф – қозғалтқыштың магниттік ағымы; с – қозғалтқыштың қос полюстер санына, оның орам параметрлеріне, жетекші доңғалақ диаметріне және қозғалтқыш білігінен қозғаушы оське дейін беріліс санына байланысты коэффициент.

Электрлі механикалық сипаттама берілген тарту күші бойынша электровоздың жылдамдығын және тогын әртүрлі жол профилі үшін анықтауға мүмкіндік береді. Әр электровозда өзінің электрлі механикалық сипаттамасы болады.

Тепловоздың тарту күші дизельдің қуатымен, сол сияқты генератор мен тартқыш электр қозғалтқыштар қызуымен шектеледі.

Тепловоздың тиімді қуаты, яғни қозғалтқыш білігіндегі қуат былай анықталады

$$N_{коз} = \frac{i \cdot V_h \cdot P_i \cdot n \cdot \eta_м}{30\tau}, \text{ кВт}, \qquad (6.4)$$

мұндағы *i* – қозғалтқыштағы цилиндрлер саны; V_h – цилиндрдің жұмысшы көлемі, л; P_i – орташа индикаторлық қысым, МПа; *n* – иінді біліктің айналу жиілігі; τ – қозғалтқыштың ырғақтылығы; төрт ырғақты қозғалтқыштар үшін $\tau = 4$; екі ырғақты қозғалтқыш үшін $\tau = 2$; $\eta_i = 0{,}7 \div 0{,}9$ – қозғалтқыштың механикалық п.ә.к.

Тепловоздың қозғаушы доңғалақтар тоғынындағы жасалған қуат

$$N_{доң} = N_г \cdot \eta_В \cdot \eta_{д.з.} = N_{қоз} \cdot \eta_г \cdot \eta_В \cdot \eta_{д.з}, \text{ кВт}, \qquad (6.5)$$

мұндағы $N_г$ – генератор қуаты, кВт; $\eta_г$ – генератордың п.ә.к.; $\eta_В$ – энергияның қызмет мақсатында жоғалымын (желдеткішті,

компрессорды, мұздатқышты және т.б. қосу) ескеретін коэффициент; $\eta_{д.з}$ – электрлі қозғалтқыш пен тісті беріліс п.ә.к.

Тепловоздың тарту күші

$$F_{òåï} = \frac{3600 \cdot N_{äîï}}{\upsilon} = 3600 \frac{N_{êîç}}{\upsilon} \cdot \eta_{ã} \cdot \eta_{â} \cdot \eta_{ä.ç}, \text{ Н.} \qquad (6.6)$$

Кедергі күштер деп поезд қозғалысына қарсы бағытталған қозғалыс процесінде пайда болатын басқарылмайтын күштерді айтады.

Кедергілер негізгі және қосымша болып екіге бөлінеді. Негізгі кедергі күштерге поезд түзу горизонталь учаскеде қозғалғанда әсер ететін кедергі күштер, ал қосымша кедергі күштерге еңіспен, қисық жол учаскелерімен және орнынан қозғалған кезде әсер ететін кедергі күштер жатады. Қозғалысқа әсер ететін барлық кедергі күштер жылжымалы құрамның массасына пропорционалды болады, сондықтан есептеулерде үлестік қозғалыс кедергі күш мәні пайдаланылады.

Үлестік қозғалыс кедергі күші деп кедергі күшінің поезд массасына қатынасын айтады (Н/т).

Негізгі қозғалыс кедергі күшін құрайтындар:

1) букстағы негізгі үйкеліспен анықталатын жылжымалы құрамның ішкі кедергісі. Бұл үйкеліс букстық подшипниктер түріне, майлар түрі мен мөлшеріне, қоршаған ортаның температурасына байланысты болады;

2) жол кедергісі, доңғалақ пен рельс арасындағы сырғу және тербелу үйкелістерінен, ребордаңың рельспен үйкелісінен, түйіскен жерлердегі соққылардан пайда болатын кедергілер;

3) ауалық ортаның кедергісі, ол жылжымалы құрамның көлденең қимасы ауданына және қозғалыс жылдамдығының квадратына пропорционал болады. Карьер жағдайында құрамның қозғалыс жылдамдығы әдетте 30-40 км/сағ аспайды, сондықтан есептеулерде ауалық орта кедергісі ескерілмейді.

Негізгі қозғалыс кедергісін анықтайтын факторлардың әр алуандылығына байланысты оның әр құраушысының мәнін дәл анықтау мүмкін емес. Сондықтан үлестік негізгі қозғалыс кедергі күшінің ω есептік шамасы эмпиризмдік формулалармен анықталады.

$$\omega_0 = a + в\upsilon; \quad \omega_0 = a + в \cdot \upsilon + c\upsilon^2; \quad \omega_0 = a + \frac{в\upsilon^2}{q}, \quad (6.7)$$

мұндағы ω_0 – үлестік негізгі қозғалыс кедергісі, Н/т; $a, в, c$ – жолдың күйін, жылжымалы құрамның конструкциясын, майлау материалының түрін және басқалардың әсерін көрсететін эмпиризмдік коэффициенттер; υ – қозғалыс жылдамдығы, км/сағ; q – вагон массасы, т.

Думпкарлардың үлестік негізгі қозғалыс кедергісі карьер жолдарында

жүк тиелген төрт осьтілер үшін

$$\omega_t'' = 31 + 0,2\upsilon, \quad (6.8)$$

жүк тиелген алты және сегіз осьтілер үшін

$$\omega_0'' = 36 + 0,4\upsilon. \quad (6.9)$$

Карьерлік локомотивтердің үлестік негізгі қозғалыс кедергісі

токпен қозғалыс кезінде

$$\omega_0' = 28 + 0,8\upsilon, \quad (6.10)$$

токсыз қозғалыс кезінде

$$\omega_x' = 36 + 0,9\upsilon. \quad (6.11)$$

Есептеулер кезінде поездың үлестік негізгі қозғалыс кедергісін мына формуламен анықтау қабылданған

$$\omega_0 = \frac{P \cdot \omega_0' + Q\omega_0''}{P + Q}, \text{ Н/т}, \quad (6.12)$$

мұндағы P – локомотивтің қабысу массасы, т; Q – поездың тіркеме бөлігінің массасы, т.

Жуық есептеулерде стационарлы жолмен қозғалу жағдайында $\omega_{0.ñò} = 40-45$Í/ò, ал көшпелі жолдарда $\omega_{0.êîø} = 50-55$Í/ò тең болады.

Қосымша қозғалыс кедергісі бұл жол еңісінің кедергісі. Поезд еңіспен қозғалған кезде оның салмағын құраушылардың әсерінен қосымша кедергі пайда болады.

Ауырлық центрінде түсірілген поездың массасын Q деп санап, Q_g күшін құраушыларға талдап бөлеміз. $Q_g \cdot \cos\alpha$ құраушысы қозғалыс бағытына перпендикуляр, ал $W_i = Q_g \cdot \sin\alpha$ құраушысы қозғалыс бағытына параллель болып бағытталады, W_i еңістің қосымша кедергісі болып саналады.

Локомотивті тарту кезінде α бұрышы 4^0-тан аспайтын болғандықтан, $\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$ деп алуға болады. Сонда $W_i = 1000 \cdot Q_g \cdot \operatorname{tg}\alpha$.

Еңістің тіктігін былай анықтауға болады:

$$i = \frac{h}{l} 1000 = 1000 tg\alpha, \quad ‰, \tag{6.13}$$

олай болса,

$$W_i = Q_g \cdot i, \tag{6.14}$$

Үлестік еңістік қозғалыс кедергісі

$$\omega_i = \frac{W_i}{Q} = g \cdot i, \text{Н/т}, . \tag{6.15}$$

Поезд өрге қозғалған кезде үлестік еңістік кедергісі теріс, ал төмен ылдиға қозғалғанда оң болады.

Жолдың қисық жеріндегі кедергі. Поезд жолдың қисық учаскелерінен өткенде доңғалақ қырларының (ребордаларының) рельспен үйкелгенде, доңғалақтар сырғануынан қосымша кедергілер пайда болады. Ол кедергілер қисықтық радиусына және табанды жол еніне байланысты болады. Үлестік қисықтық қозғалыс кедергісін есептеу үшін эмпиризмдік формулалар пайдаланылады

$$\omega_R = \frac{A}{R} \text{ немесе } \omega_R = \frac{A}{R} \cdot \frac{S_R}{\ln}, \tag{6.16}$$

мұндағы A – эмпиризмдік коэффициент; R – қисық жол радиусы, м; S_R – қисық жол ұзындығы, м; ln – поездың ұзындығы, м.

Табанды жол ені 1520 мм $R \geq 300$ м болғанда, $\omega_R = 7000 / R$ тең, ал $R < 300$ м болғанда, $\omega_R = \frac{9000}{100 + R}$ тең болады.

Келтірілген еңістік. Қисық жол еңістікпен сәйкес келгенде оларды қосынды кедергімен өрнектейді, қисықтықтан туатын кедергіні жалған өрге шығу кедергісімен алмастырады.

Поезд орнынан қозғалған кезде пайда болатын кедергі, егер поезд (локомотив және вагондар) роликті букстармен жабдықталса, үлестік орнынан қозғалған кездегі кедергі $\omega_{ðð} = 30 - 40$ Í/ò тең болады.

Поезд қозғалысы кезіндегі толық кедергі кедергілер қосындысымен анықталады

$$W = P(\omega_0^{'} + \omega_R \pm g_i) + Q(\omega_0^{''} + \omega_R \pm g_i),\ \text{Н}. \qquad (6.17)$$

Тежеуіш күш деп жасанды түрде шығатын, реттеуге болатын, поезд қозғалысына қарсы бағытталған сыртқы күшті айтады.

Карьерлік темір жол көлігінде жылжымалы құрамды тежеудің фрикционды және электрлі тежеу тәсілдері қолданылады.

Фрикционды тежеу, тежеу қалыптарын доңғалаққа немесе рельске басу кезінде пайда болатын үйкеліс күшін пайдалану арқылы жүзеге асырылады. Фрикционды тежеу басқару тәсілі бойынша пневматикалық, электрлі пневматикалық, электрлі магнитті болып бөлінеді.

Электрлі тежеу электровоз тартқыш қозғалтқыштарын генераторлық режим жұмысына ауыстыру арқылы жүзеге асырылады.

Карьерлерде поездарда тежеудің негізгі түрі фрикционды болып табылады.

Тежеу қалыптарын дөңгеленіп келе жатқан доңғалаққа К күшпен басқан кезде $К \cdot \varphi_к$ үйкеліс күші пайда болады, мұндағы $\varphi_к$ – қалып пен доңғалақ арасындағы үйкеліс коэффициенті.

Сонда пайда болатын тежеуіш күші былай анықталады

$$В_к = К \cdot \varphi_к,\ \text{Н}, \qquad (6.18)$$

мұндағы К – тежеуіш қалыбын доңғалаққа басу күші, Н.

Тежеуіш күш шамасы тарту күші сияқты доңғалақтың қабысуымен (ілінісуімен) шектеледі, яғни

$$К \cdot \varphi_к \le Р_{каб} \cdot g \cdot \psi, \qquad (6.19)$$

Келтірілген шарт орындалмаған жағдайда доңғалақтың рельспен сырғанауы (юз қозғалысы) басталады.

Тежеуіш қалып пен доңғалақ арасындағы нақты үйкеліс коэффициенті былай анықталады:

– шойын қалыптар үшін:

$$\varphi_к = 0{,}78\frac{16K + 100g}{80K + 100g}\frac{100}{3{,}18\cdot\upsilon + 100}, \qquad (6.20)$$

– композициялық қалыптар үшін:

$$\varphi_к = 0{,}603\frac{5K + 100g}{20K + 100g}\frac{100}{1{,}4\upsilon + 100}, \qquad (6.21)$$

Қалыпты доңғалаққа басу күшінің нақты шамасы тежеуіш цилиндріндегі ауа қысымына, оның диаметріне, рычагты берілістің беріліс санына және оның п.ә.к. байланысты болады.

Карьерлік көліктің тежеулік есептеулері қалыптың нақты тежеулік басу күшімен жүргізіледі. Вагондарда әдетте қалыпты доңғалаққа бір жақты басу арқылы жүргізіледі, сондықтан бір оське екі қалып келеді, ал электровоздарда, тарткыш агрегаттарда және тепловоздарда тежеу екі жақты жүргізіледі, яғни бір осьте төрт қалып болады.

Поездың тежеуіш күші тежеуіш қалыптарының нақты басу күштері қосындысын нақты үйкеліс коэффициентіне көбейту арқылы анықталады

$$B_к = 1000\sum K\cdot\varphi_к, \text{ Н.} \qquad (6.22)$$

Үлестік тежеуіш күш

$$\hat{a}_{\hat{e}} = \frac{B_{\hat{e}}}{P+Q} = 1000\varphi_{\hat{E}}\frac{\sum\hat{E}}{P+Q}, \text{ Н/т,} \qquad (6.23)$$

$\frac{\sum\hat{E}}{P+Q}$ – қатынасы поездың тежеуіш коэффициенті ν деп аталады. Ол поезд массасының 1 тоннасына келетін қалыптарды Ньютонмен берілген басу күшінің шамасын көрсетеді (немесе 1000 тоннасына).

Есептеулерде шұғыл тежеу кезінде тежеуіш коэффициентінің мәнін толық шамасымен ν, ал жай тежеулер кезінде 0,8 толық шамасымен, яғни 0,8·ν деп қабылдауға болады.

Тартқыш агрегаттарда магнитті рельстік тежеулерді пайдаланғанда қосымша тежеуші күш пайда болады

$$B_{\text{мр}} = n_б \cdot \Phi_б \cdot \varphi_б, \text{ Н}, \qquad (6.24)$$

мұндағы $B_{\text{мр}}$ – магнитті рельстік тежеуіш күші, Н; $n_б$ – тежеуіш башмактар саны; $\Phi_б$ – башмактың рельске электрлі магниттік тартылу күші, Н; $\varphi_б$ – башмак пен рельстің үйкеліс коэффициенті

$$\varphi_б \approx 0{,}032\frac{417-\upsilon}{29+\upsilon}\ . \qquad (6.25)$$

6.2. Поездың қозғалыс теңдеуі

Поездың қозғалыс теңдеуі поездың үдеуі мен тең әсерлі тарту күшінің, қозғалысқа кедергісінің және тежеуінің араларындағы байланысты көрсететін математикалық формула.

Поездың қозғалысы оның ауырлық центрінде түсірілген M_1 массасының қозғалысы ретінде қарастырылады. Сонда Ньютон заңы бойынша поезға түсірілген тең әсерлі күш $R=M_1a$ формуласымен анықталады (мұндағы a – поездың үдеуі, м/с^2). Жылдамдықтың өте аз өзгерісі кезінде $a=\frac{d\upsilon}{dt}$ арқылы өрнектеледі.

Егер поездың массасы M_1 тек үдемелі қозғалыста болса, онда оның шамасын локомотивтің қабысу (ілінісу) массасы P және поездың тіркеме бөлігінің массасы Q арқылы былай анықтауға болады:

$$M_1 = M = 1000(P+Q)\ . \qquad (6.26)$$

Бірақта поездың кейбір бөліктері үдемелі қозғалыспен қатар айналмалы қозғалыс жасайды. Мысалы локомотив пен вагондардың қос доңғалағы, тартқыш қозғалтқыштардың

якорьлері, тісті берілістердің шестернялары (тісті доңғалақтары), сондықтан оның нақты массасы

$$M = M_1 + \gamma M_1 = 1000(1+\gamma)(P+Q), \qquad (6.27)$$

мұндағы (1+γ) – айналушы массалардың инерция (екпін) коэффициенті, оның шамасы тартқыш агрегаттар үшін 1,2-1,3, жүк тиелген вагондар үшін 1,03-1,05 тең болады.

Егер поезға қозғалыс кезінде тек тарту күші мен кедергі күштері әсер ететін болса, онда тең әсерлі күш

$$R = F - W. \qquad (6.28)$$

R, M және *a* мәндерін осы (6.28) формуласына қойып мынаны аламыз:

$$F - W = 1000(1+\gamma)(P+Q)\frac{d\upsilon}{dt}, \qquad (6.29)$$

Сонда поезд қозғалысы теңдеуінің ақтық түрі былай өрнектеледі:

$$\frac{d\upsilon}{dt} = \frac{1}{1000(1+\gamma)} \frac{F-W}{P+Q}. \qquad (6.30)$$

$\frac{1}{1000(1+\gamma)} = c$ арқылы белгілеп, локомотивтік құрам үшін пайдалану есептерінде $1+\gamma = 1{,}08$ және $c = \frac{1}{1080}$ тең деп қабылдаймыз.

Теңдеудегі әсер етуші күштердің үлестік мәндерін пайдаланып қозғалыс теңдеуін былай жазамыз:

үлестік тарту күші

$$f = \frac{F}{P+Q}; \qquad (6.31)$$

үлестік кедергі күші

$$\omega = \frac{W}{P+Q} \; ; \tag{6.32}$$

үлестік тежеуіш күші

$$\hat{a} = \frac{\hat{A}}{P+Q} \; . \tag{6.33}$$

Сонда үлестік түрдегі поездың қозғалыс теңдеуі былай өрнектеледі

$$\frac{d\upsilon}{dt} = c(f-\omega) \; . \tag{6.34}$$

$f-\omega$ – айырмасы үдетуші күш деп аталады. Қозғалыс режиміне байланысты мынадай жеке жағдайлар болуы мүмкін:

бір қалыпты қозғалыс кезінде $\frac{d\upsilon}{dt}=0$, демек $f-\omega=0$ және $f=\omega$, яғни тарту күші толығымен кедергі күшті жеңуге жұмсалады;

егер $f>\omega$, онда $\frac{d\upsilon}{dt}>0$, ал $\frac{d\upsilon}{dt}=c(f-\omega)$ үдемелі қозғалысты сипаттайды.

егер $\frac{d\upsilon}{dt}=\pm c\omega$, онда қозғалыс тарту күшінсіз және тежеусіз өтеді. Егер оң болса үдемелі, ал теріс болса, баяулау қозғалыс болады.

$\frac{d\upsilon}{dt}=-c\left(\omega+в\right)$ – бұл тежеу қолданылған кездегі баяулау қозғалысын көрсетеді.

6.3. Тартқыштық есептеулер

Темір жол көлігіндегі тартқыштық есептер поездың массасын, тежеу шарттары мен нәтижелерін, жолдың белгілі учаскелеріндегі жүру уақытын, қозғалыс жылдамдығын, тартқыш қозғалтқыштардың қызу дәрежесін және тасымалдау кезіндегі энергия шығынын анықтау мақсатында жүргізіледі.

Карьер жағдайында поезд массасын жетекші еңістікке локомотивтің толық қабысу массасын пайдаланып бірқалыпты қозғалыс шартынан анықтайды.

Бірқалыпты қозғалыс кезінде, яғни $\frac{d\upsilon}{dt} = 0$, тарту күші қозғалыс кедергі күшіне тең

$$F = P\left(\omega_0^{'} + g \cdot i_{\text{жет}}\right) + Q\left(\omega_0^{''} + g \cdot i_{\text{жет}}\right), \text{ Н}, \qquad (6.35)$$

мұндағы P – локомотивтің есептік массасы, т; Q – поездың тіркеме бөлігінің массасы, т.

Осыдан

$$Q = \frac{F - P\left(\omega_0^{'} + g \cdot i_{\text{жет}}\right)}{\omega_0^{''} + g \cdot i_{\text{жет}}}, \text{ т}, \qquad (6.36)$$

Тарту күшінің мәні шарт бойынша

$$F = 1000 \cdot P_к \cdot g \cdot \psi \text{ , Н}, \qquad (6.37)$$

мұндағы $P_к$ – локомотивтің қабысу массасы, т; ψ – қозғалыс кезіндегі қабысу коэффициенті; g – еркін түсу үдеуі, м/с^2.

Сонда поездың тіркеме бөлігінің массасы

$$Q = \frac{1000 P_к \cdot g \cdot \psi - P\left(\omega_0^{'} + g i_{\text{жет}}\right)}{\omega_0^{''} + g \cdot i_{\text{жет}}}, \text{ т}. \qquad (6.38)$$

Қазіргі карьерлік электровоздардың, тартқыш агрегаттардың және тепловоздардың массасы $P=P_к$. Сонда

$$Q = \frac{P_к (1000 g \cdot \psi - \omega_0^{'} + g i_{\text{жет}})}{\omega_0^{''} + g \cdot i_{\text{жет}}}, \text{ т}. \qquad (6.39)$$

Тартқыш агрегаттарды пайдаланған кезде әртүрлі мақсаттағы бірнеше секциялардан құрастырылуы мүмкін. Бұл жағдайда

$$P_к = P_{э.б} + P_{д.с};$$
$$P_к = P_{э.б} + P_{д.с} + P_{м.д}; \quad (6.40)$$
$$P_к = P_{э.б} + 2\,P_{м.д}.$$

мұндағы $P_{э.б}$ – басқару электровозының қабысу массасы, т; $P_{д.с}$ және $P_{м.д}$ – автономды қоректенетін дизельдік секция мен жүк тиелген моторлы думпкардың қабысу массасы, т.

Құрамдағы (составтағы) вагондар саны

$$n = \frac{Q}{q + q_т} = \frac{Q}{q(1 + K_т)}, \quad (6.41)$$

мұндағы q және $q_т$ – тіркеме вагонның жүк көтергіштігі мен ыдыс массасы, м; $K_т$ – тіркеме вагонның ыдыстық коэффициенті.

Құрамның (составтың) пайдалы массасы

$$n \cdot q = \frac{Q}{1 + \hat{E}_{ò}}, \quad т. \quad (6.42)$$

Құрамда (составта) бір немесе екі моторлы думпкарлар болғанда составтың пайдалы массасы

$$n \cdot q = \frac{Q}{1 + \hat{E}_{ò}} + n_{ì.ä} \cdot q_{ì.ä}, \quad т, \quad (6.43)$$

мұндағы $n_{м.д}$ – моторлы думпкалар саны; $q_{м.д}$ – моторлы думпкарлардың жүк көтергіштігі, т.

Поезд жетекші немесе жай еңістікте тоқтап жүрген кезде қабылданған массасын берілген профильде орнынан қозғалу және тарту күшінің инерция күшін жеңу шартымен тексеріледі.

Бұл жағдайда поездың тіркеме массасы былай анықталады:

$$Q = \frac{P_ê(1000g \cdot \psi_{î.ê} - \omega_0' - \omega_{î.ê} - g \cdot i_{ì.ê} - 1080 \cdot à)}{\omega_0'' + \omega_{î.ê} + g \cdot i_{ì.ê} + 1080 \cdot à}, \quad т, \quad (6.44)$$

мұндағы $\psi_{о.к}$ – орнынан қозғалу кезіндегі қабысу коэффициенті; $\omega_{о.к}$ – орнынан қозғалу кезіндені қосымша үлесті кедергі күші,

Н/т; a – орнынан қозғалу кезіндегі үдеу, м/с^2 (a=0,05м/с^2); $i_{\text{о.к}}$ – орнынан қозғалған кездегі учаскенің еңістігі, ‰.

Тепловоздарды пайдаланған кезде поездың тіркеме бөлігінің массасы былай анықталады:

$$Q = \frac{3600\frac{N_{\text{êîç}}}{\upsilon}\cdot\eta_{\text{ã}}\cdot\eta_{\text{â}}\cdot\eta_{\text{ä.ç}} - Ð(\omega_0^{'} - g\cdot i_{\text{æåò}})}{\omega_0^{''} + g\cdot i_{\text{æåò}}},\ \text{ò}. \qquad (6.45)$$

Поездың тежеуіш жолы деп тежеу басталғаннан оның толық тоқтағанға дейін жүріп өткен арақашықтықты айтады.

Толық немесе есептік тежеу жолы

$$\text{S}_{\text{ò}} = S_{\text{ä}} + S_{\text{í}}\ ,\ \text{м}, \qquad (6.46)$$

мұндағы $S_{\text{ä}}$ – тежеудің дайындық жолы, бұл тежеу жабдықтарын іске қосу уақыты $t_{\text{о}}$ кезіндегі өткен жол, м; $S_{\text{í}}$ – тежеудің нақты жолы, м.

Темір жол жолдарында еңістік 20‰ дейін болғанда

$$S_{\text{ä}} = \frac{1000\cdot\upsilon_{á}\cdot t_0}{3600} = 0,278\cdot\upsilon_{á}\cdot t_0,\ \text{м}, \qquad (6.47)$$

мұндағы $\upsilon_{б}$ – поездың тежеу басындағы жылдамдығы, км/сағ; t_0 – тежеу жабдықтарын іске қосу уақыты, с;

Еңістік 20‰ үлкен болғанда

$$S_{\text{ä}} = \frac{1000\cdot\upsilon_{á}\cdot t_0}{3600} + 4,62\cdot10^{-4}(g\cdot i - \omega_0)\cdot t_{_0}^2,\ \ \text{м}. \qquad (6.48)$$

Тежеу жабдықтарын іске қосу уақыты пневматикалық тежеу кезінде $t_0 = 4-5c$, ал электрлі пневматикалық кезінде $t_0 = 0,5c$ тең болады.

Нақты тежеу жолы қозғалыс теңдеуін жуықтап аналитикалық интегралдау әдісімен шешу арқылы анықталып мына формуламен өрнектеледі

$$S_{\text{і}} = \frac{41,6\left(\upsilon_{á}^{2} - \upsilon_{ñ}^{2}\right)}{\hat{a}_{ė} + \omega_0 - g \cdot i},\ \text{м}, \qquad (6.49)$$

мұндағы $\upsilon_{á}$ және $\upsilon_{ñ}$ – бастапқы және соңғы қозғалыс жылдамдығы, км/сағ; $\hat{a}_{ė} + \omega_0 - g \cdot i$ – тең әсерлі күш; i – тежеу жүргізілетін еңістің шамасы, ‰; тежеу кезінде тоқтағанда $\upsilon_{ñ} = 0$ тең болады.

Карьер жағдайларында есептік тежеу жолы 300м тең болып қабылданады.

Электровоздар мен тартқыш агрегаттарда ең үлкен тежеуіш күштеріне электрлі (электродинамикалық) тежеу режимінде жетуге болады.

Әртүрлі жол профилі элементтерімен поезд қозғалысы кезінде жылдамдықты анықтаудың бірнеше тәсілдері болады. Дәл анықтау әдістері қозғалыс теңдеуін графикалық немесе аналитикалық интегралдау арқылы шешуге негізделген және олар үлкен қолайсыздығымен, көп есептеулерді қажет ететіндігімен ерекшеленеді.

Карьер жолдары іс жүзінде профилі әртүрлі саны көп учаскелермен беріледі. Соның әр учаскесінде қозғалыс жылдамдығын анықтау көп қиыншылықтар тудырады. Сондықтан есептеулерді қысқарту үшін түзуленген профильді анықтау қабылданған, оның мәні бірнеше профильді біріктіріп бір шартты (жалған) профильмен алмастыру.

Ол былай өрнектеледі

$$i_{\text{т}} = \frac{1000\left(h_c - h_б\right)}{\sum S_i} \ \text{немесе} \ i_{\text{т}} = \frac{1000\sum i_i \cdot S_i}{\sum S_i}\ ,\text{‰}, \qquad (6.50)$$

мұндағы $h_б$ және h_c – түзуленген учаскенің басындағы және соңындағы биіктіктері, м; i_i және S_i – түзуленген учаскенің ішіндегі әр профильдің еңістігі мен ұзындығы, км.

Түзуленудің рұқсат етілген шарты түзуленген учаскенің әрбір элементі үшін былай тексеріледі

$$S_i \le \frac{2000}{\Delta i},\ \text{ì}\ , \qquad (6.51)$$

мұндағы S_i – түзуленген учаскедегі i (элементінің) профилінің ұзындығы, м; Δi – түзуленетін учаскенің шартты еңісі мен тексерілетін профильдің еңісі арасындағы абсолюттік айырма, ‰.

Түзуленетін учаскеде қисық жолдар болғанда түзуленетін учаскенің жалпы еңістігі былай анықталады

$$i_{\text{ò}}^{'} = i_{\text{ò}} + i_{\text{êî ñ}},\ \ ,‰, \qquad (6.52)$$

мұндағы $i_{\text{кос}}$ – түзуленетін учаскедегі қисық жолдарды алмастыратын қосымша өр шамасы. Ол былай анықталады

$$i_{\text{кос}} = \frac{700}{R}\ \frac{S_{\text{R}}}{\sum S_i},‰, \qquad (6.53)$$

мұндағы R – түзуленетін учаскедегі қисық жолдар радиусы, м; S_{R} – түзуленетін учаскедегі қисық жол ұзындығы, м.

Бірқалыпты қозғалыс жылдамдығын анықтау үшін локомотивтің тартқыштық сипаттамасын пайдаланады.

Түзуленген учаскедегі бірқалыпты қозғалыс кезінде тарту күші мына шарттан анықталады

$$F = P(\omega_0^{'} \pm g \cdot i_{\text{т}}) + Q(\omega_0^{''} \pm g \cdot i_{\text{т}}),\ \text{Н}, \qquad (6.54)$$

Осы табылған тарту күші бойынша локомотивтің тартқыштық сипаттамасынан қозғалыс жылдамдығын анықтайды. Осыдан кейін белгілі жылдамдық υ (км/сағ) бойынша жол ұзындығы S(м) учаскесімен жүріп өту уақыты t(сағ) анықталады

$$t = \frac{S}{1000 \cdot \upsilon},\ \ \text{сағ}\ . \qquad (6.55)$$

Есептеу поезд қозғалысы кезінде кездесетін жолдың барлық учаскелері үшін кезекпен жүргізіледі. Бұл жағдайда поездың стационарлы жолдардан көшпелі жолдарға өткен кезде

$\omega_0^{'}$ және $\omega_0^{''}$ шамалары, бос жүксіз қозғалғанда есептеуге $Q_á$ шамасы ендіріледі.

Есептеу сұлбасы мына формада жүргізіледі (6.1-кесте).

6.1-кесте

Есептеу сұлбасының формасы

№ р/б	Профиль элементі	Қозғалыс кедергісі, $\omega_0 \pm gi$, Н/т	Поезд массасы P+Q, т	Тарту күші F, Н	Қозғалыс жылдамдығы, υ, км/сағ	Профиль элементі бойынша қозғалыс уақыты, t, сағ

Қозғалыстың жалпы уақыты

$$t_{коз} = \sum t_{ж} + \sum t_{б} + t_{ток}, \text{ сағ}, \qquad (6.56)$$

мұндағы $t_ж$, $t_б$ және $t_{тоқ}$ – поездың жүкпен, бос қозғалғанда және тоқтауларға кететін уақыт, сағ.

Электровоздық және тепловоздық тарту кезінде тартқыш қозғалтқыштардың қызуын тексеру жүргізеді. Бұл қабылданған локомотив қозғалтқыштарының қуаты берілген жұмыс жағдайында жеткілікті болатынына көз жеткізу үшін жүргізіледі.

Тартқыш қозғалтқыштардың қызу дәрежесі токтың шамасы мен оның орамдарында өту ұзақтығымен түсіндіріледі.

Ток локомотив құрамның (составтың) қозғалыс кедергі күштеріне пропорционалды, сондықтан қызу дәрежесі профиль сипатымен және ондағы жол ұзақтығымен анықталады.

Карьер жағдайлары үшін қызуды тексерудің қысқартылған әдісімен «тиімді» орташа квадраттық ток мәні пайдаланылады. «Тиімді» ток деп қозғалтқыш орамдарымен ұзақ уақыт ағып, осындай берілген профиль жолы бойынша қозғалған кезде оның орамдарымен ағып өтіп отыратын нақты ток сияқты жылулық әсер беретін (тудыратын) тұрақты ток шамасын айтады. Тиімді ток былай анықталады

$$I_т = \theta\sqrt{\frac{\sum I^2 \cdot t}{T}}, \text{ А}, \qquad (6.57)$$

мұндағы I – жолдың жеке учаскелеріндегі қозғалтқыш тогы, А; t – берілген профильдің учаскесі бойынша қозғалыс уақыты, сағ; Т – локомотив құрамның (составтың) айналым уақыты, сағ; Ө – экскаваторлық тиеу және құрамның түсіру, сол сияқты манёврлер кезіндегі қозғалтқыштардың қызуын ескеретін коэффициент $(\theta = 1{,}05 \div 1{,}1)$.

Әрбір профиль элементтерінде қозғалыс кезіндегі токтың мәні белгілі тарту күшінің мәні бойынша қозғалтқыштың электрлі механикалық сипаттамасынан анықталады.

Қозғалтқыштар мына шарт орындалса қызбайды

$$I_т \le k_к \cdot I_{ұз},\ А, \qquad (6.58)$$

мұндағы $I_{ұз}$ – қозғалтқыштың ұзақтық тогы, А; $k_к$ – ауыр күш түсетін жұмыс уақытысында қозғалтқыш температурасының артуын ескеретін қор коэффициенті. Карьер тереңдігі 300м дейін болғанда $k_к$ = 1,1-1,2 тең болады.

Қозғаушы доңғалақтардағы қуат $N_{доң}$ тартқыш қозғалтқыштардың қызу шартынан анықталады, ол былай өрнектеледі

$$N_{доң} = \frac{k_N \cdot P_к \cdot \upsilon_{жет}}{0{,}367},\ кВт, \qquad (6.59)$$

мұндағы $\upsilon_{жет}$ – жетекші еңістіктегі қозғалыс жылдамдығы, км/сағ; k_N – электровоздың жұмыс режимін сипаттайтын қуат коэффициенті. Тереңдігі 100, 200 және 300м карьерлер үшін, сәйкесінше $k_N = 0{,}17 \div 0{,}18$; $k_N = 0{,}205 - 0{,}215$ және $k_N = 0{,}22 - 0{,}23$ тең болады.

Поезд қозғалысындағы энергия шығыны профильдің жеке элементтеріндегі энергия шығындарының қосындысымен анықталады

$$A_{ê îç} = \frac{\sum I_{îðò} \cdot t}{1000} U_{îðò},\ кВт·сағ, \qquad (6.60)$$

мұндағы $I_{орт}$ – профильдің әрбір элементінде жұмсалатын орташа ток, А; t – профильдің берілген элементі бойынша

қозғалыс уақыты, сағ; $U_{îðò}$ – түйіспелі желідегі кернеудің орташа шамасы, В.

Токтың мәні берілген қозғалыс жылдамдығы кезінде қозғалтқыштың электрлі механикалық сипаттамасы бойынша анықталады.

Поезд қозғалысына жұмсалатын электр энергиясының шығынын профильдің жеке элементтеріндегі шығынын анықтамай да есептеуге болады. Ол былай өрнектеледі:

$$A_{ê1ç} = \frac{1}{3{,}6 \cdot 10^6}\left[\left(P_ê + Q_æ\right)\left(\omega_0 \cdot S + gH\right) + \left(P_ê + Q_á\right)\omega_0\left(S - S_ò\right)\right], \text{ кВт·сағ,} \quad (6.61)$$

мұндағы S – тасымалдаудың бір ұшына дейінгі ұзындық, м; Н – тасымалдаудың бастапқы және соңғы пункттері деңгейлерінің айырмасы (кемер-үйінді), м; $S_т$ – тежеу жүргізілетін учаскелер ұзындығы (әдетте бұл учаске күрделі траншеядан және үйіндіден түсу жолдарынан (сьезден) тұрады), м.

Локомотив құрамының (состав) бір айналымының жалпы энергия шығыны

$$A_{жалп} = A_{коз} + A_{өз} + A_{ман}, \text{ кВт·сағ,} \quad (6.62)$$

мұндағы $A_{өз}$ – электровоздың өз қажеттеріне жұмсалатын энергия шығыны, кВт·сағ; $A_{өÇ} = (0{,}05 - 0{,}01) \cdot A_{ê1ç}$; $A_{ман}$ – манёврлік жұмыстарға кететін энергия шығыны, кВт·сағ, $A_{1à1} = (0{,}1 \div 0{,}2) \cdot A_{ê1ç}$.

1 т жүкке жұмсалатын үлестік энергия шығыны

$$a' = \frac{A_{æàëï}}{n \cdot q}, \text{ кВт·сағ,} \quad (6.63)$$

ал 1 т жүкке және 1 км жұмсалатын үлестік энергия шығыны

$$a'' = \frac{A_{æàëï}}{n \cdot q \cdot S}, \text{ кВт·сағ/т·км.} \quad (6.64)$$

Есептелген энергия шығыны тек электровоз қозғалысына және оның ток қабылдағышына ғана жұмсалатын энергия шығынын көрсетеді. Ал жалпы қосынды энергия шығыны

кезінде түйіспелі желідегі энергия жоғалымын (ол жалпы энергия шығынының 10-12% құрайды) және тартқыш аралық станциядағы шығындарды (ол 35%) ескеру қажет.

Автономды қоректендіру көзінің қуаты. Тартқыш агрегаттарды автономды қоректендіру көзімен жабдықтаған кезде дизель қондырғысының қажетті қуаты былай анықталады

$$N_{\text{д}} = \frac{F \cdot \upsilon}{3600 \cdot \eta} + \Delta N_{\text{оз.к}}\text{, кВт}, \qquad (6.65)$$

мұндағы F – электрлендірілмеген жолмен қозғалыс кезінде жасалатын тарту күші, Н; υ – электрлендірілмеген жол бойынша қозғалыс жылдамдығы, км/сағ; η – дизельден жетекші осьтерге айналдырушы моментті беру п.ә.к.; $\Delta N_{\text{іç.ê}}$ – өз қажетіне және қосалқы машиналарға жұмсалатын қуат, кВт, $\Delta N_{\text{î ç.ê}} = (0{,}14 - 0{,}18)\Delta N_{\text{ä}}$.

Тарту күші поезд массасы мен қозғалысқа үлестік кедергі мәндері бойынша анықталады. Өз кезегінде, поездың тіркеме бөлігінің массасы (т) жетекші еңістіктегі құрамның орныққан қозғалыс шарты бойынша анықталады

$$Q = \frac{P_{\text{к}}(100\psi - \omega_o - \text{g}\cdot i_p)}{\omega_o + \text{g}\cdot i_p}\text{, т.} \qquad (6.66)$$

Сонда тарту күші былай анықталады

$$F = (P + Q)(\omega_{o.к.} \pm i)\text{, Н}, \qquad (6.67)$$

мұндағы i – автономды қоректендіру режимінде қозғалатын электрлендірілмеген жол еңістігі, ‰; $\omega_{o.к.}$ – көшпелі жолдардағы қозғалысқа негізгі үлестік кедергі, Н/т.

Автономды режимдегі тартқыш агрегаттың п.ә.к.

$$\eta = \eta_{\text{т.б}} \cdot \eta_{\text{г}} \cdot \eta_{\text{коз}}\text{, Н}, \qquad (6.68)$$

мұндағы $\eta_{\text{т.б}}$ – номиналды режимдегі тісті берілістің п.ә.к., $\eta_{\text{т.б}} = 0{,}975$; $\eta_{\text{г}}$ – тартқыш генератордың п.ә.к., $\eta_{\text{ä}} = 0{,}9$; $\eta_{\text{коз}}$ – тартқыш қозғалтқыштың п.ә.к., $\eta_{\text{коз}} = 0{,}92$.

6.4. Темір жол көлігінің пайдалану есебі

Локомотив құрамның (составтың) рейстік (айналым) уақыты. Карьерлердегі рельстік көлік жұмысының ерекшелігі экскаватордың құрамға (составқа) тиеу, жүкпен қозғалу, түсіру және бос жүксіз қозғалу операцияларынан тұратын локомотив құрамының тұйық цикл бойынша қозғалысы. Пайдалану мәліметтері бойынша құрамды тиеу толық айналымның 30% уақытын, түсіру 25%, жолда іркілістерді ескергенде қозғалу және керек-жарақпен қамтамасыз ету 45% құрайды.

Локомотив құрамның (составтың) айналымы оның өнімділігін және карьерге керекті поездар санын анықтайтын негізгі көрсеткіш болып саналады. Сондықтан локомотив құрамның айналым уақытын қысқарту карьер көлігінің өнімділігін арттырудың ең бір негізгі құралы болып табылады.

Толық айналым уақыты

$$T_{айн} = t_т + t_{қоз} + t_{түс} + t_{күт}, \text{ сағ}, \qquad (6.69)$$

мұндағы $t_т$ – тиеу уақыты, сағ. Ол былай анықталады

$$t_т = \frac{nq}{Э_с} \text{ немесе } t_т = \frac{n \cdot V_д}{Э_к}, \qquad (6.70)$$

мұндағы n – құрамдағы думпкалар (вагондар) саны; q – думпкардың жүк көтергіштігі, т; $V_д$ – тығыз массаға саналған думпкардың сыйымдылығы, м^3; $Э_с$ және $Э_к$ – экскаватордың техникалық салмақтық және көлемдік өнімділігі, т/сағ және м^3/сағ;

$$t_{қоз} = t_{ж.к} + t_{ж.ст} + t_{б.к} + t_{б.ст} + t_{о.к}, \text{ сағ}, \qquad (6.71)$$

мұндағы $t_{ж.к} = t_{б.к} = \frac{S_к}{\upsilon_к}$ – жүк тиелген және бос құрамның көшпелі жолдармен қозғалу уақыты, сағ; $S_к$ – көшпелі жолдардың ұзындығы (кемерлік және үйінділік), км, жұмыстың алғы шебі параллель жылжығанда $S_к = \frac{S_ф}{2}$, веерлік жылжу

кезінде $S_к = \frac{2}{3} S_ф$; $S_ф$ – жұмыстың алғы шебінің ұзындығы, км; $\upsilon_к$, $\upsilon_{ст}$ – көшпелі және стационарлы жолдардағы қозғалыс жылдамдығы, км/сағ, олар тартқыштық сипаттама бойынша анықталады, із жүзінде $\upsilon_к \le 25$ км/сағ, $\upsilon_{ст} \le 40 - 50$ км/сағ; $t_{ж.ст} = t_{б.ст} = \frac{S_{ст}}{\upsilon_{ст}}$ – жүк тиелген және бос құрамдардың стационарлы жолдармен қозғалыс уақыты, сағ; $S_{ст}$ – карьердегі стационарлы жолдардың ұзындығы, км; $t_{күт}$ – локомотив құрамның тиеу және түсірулерді күтіп бос тұруы уақыты, мин; $t_{күт}$=5-10мин; $t_{о.к}$ – поезд жеке пункттерде тоқтағанда орнынан қозғалуға кететін уақыт, мин; $t_{о.к}$ =2 мин; $t_{түс}$ – құрамның үйіндіде, байыту фабрикасында немесе қайта тиеу пункттерінде түсіру уақыты, мин, ол құрамдағы вагон санына және әрбір вагонды түсіру уақытына $t_{1втүс}$ байланысты болады. $t_{түс}=n\cdot t_{1втүс}$, мұндағы $t_{1втүс}$ – бір вагонды түсіру уақыты, жазда $t_{1втүс}$ = 1,5-2 мин; ал қыста $t_{1втүс}$ = 3-5 мин.

Локомотив құрамның өнімділігі уақыт бірлігінде (әдетте тәулікте) карьерден тасып шығарылған пайдалы қазбаның немесе тау-кен массасының тонналық немесе м^3 мөлшерімен өлшенеді.

Локомотив құрамның тәуліктік өнімділігі

$$Q_{л.с} = \frac{T}{T_{айн}} \cdot n \cdot q, \text{ т/тәу}, \qquad (6.72)$$

немесе

$$Q_{л.с} = \frac{T}{T_{айн}} \cdot n \cdot V_д, \text{ м}^3\text{/тәу}, \qquad (6.73)$$

мұндағы T – локомотив құрамның тәуліктегі жұмыс уақыты, сағ/тәу; $n \cdot q$ – құрамның пайдалы массасы, т; $n \cdot V_д$ – құрамның сыйымдылығы, м^3; $T / Т_{айн}$ – локомотив құрамның жұмыс уақытындағы рейстер санын көрсетеді, яғни $r = T / T_{айн}$.

$T_{айн}$ мәнін (6.73) формуласына қойып, локомотив құрамның тәуліктік өнімділігін былай жазуға болады

$$Q_{\text{л.с}} = \frac{T \cdot n \cdot V_{\text{д}}}{\frac{\cdot n \cdot V_{\text{д}}}{Э_{к}} + t_{коз} + t_{тус} + t_{кут}}, \text{ м}^3/\text{тәу}. \quad (6.74)$$

Берілген тасымалдау көлемі бар карьердің жұмысы үшін қажетті локомотивтер паркі былай анықталады

$$N_{\text{л.т}} = N_{\text{жұм}} + N_{\text{жөн}} + N_{\text{рез}} + N_{\text{шар}}, \quad (6.75)$$

мұндағы $N_{\text{жұм}}$, $N_{\text{жөн}}$, $N_{\text{рез}}$, $N_{\text{шар}}$ – тау-кен массасын тасып жүрген поездың жұмыстағы, жөндеуде тұрған, резервтегі және шаруашылық жұмыстардағы локомотивтер саны.

Поездың жұмыста жүрген локомотивтер саны

$$N_{\text{жұм}} = \frac{R}{r}, \quad (6.76)$$

мұндағы R – бір тәуліктегі қажетті рейстер саны, ол былай анықталады

$$R = \frac{f \cdot Q_{тау}}{n \cdot q}, \quad (6.77)$$

мұндағы f – қозғалыстың бірқалыпсыздық коэффициенті, $f = 1{,}1 \div 1{,}2$.

R және r мәндерін (6.76) формулаға қойып мынаны аламыз:

$$N_{\text{жұм}} = f \frac{Q_{тау} \cdot T_{айн}}{T \cdot n \cdot q}, \quad (6.78)$$

Практикалық мәліметтер бойынша $N_{\text{жөн}} = 0{,}15 \cdot N_{\text{жұм}}$; $N_{\text{рез}} = (0{,}05 \div 0{,}1) \cdot N_{\text{жұм}}$; $N_{\text{шар}} = 2 \div 3$.

Жұмыстағы думпкарлар саны

$$N_{\text{д.жұм}} = n \cdot N_{\text{жұм}} . \quad (6.79)$$

Думпкарлардың тізімдік саны

$$N_{\text{д.тіз}} = N_{\text{д.жұм}} \cdot k_{\text{д}}, \quad (6.80)$$

мұндағы $k_д$ = 1,25÷1,3 – жөндеудегі, резервтегі және басқа жердегі думпкаларды ескеретін коэффициент.

Темір жол бойының (жол учаскесінің, станцияның) өткізгіштік қабілеті деп берілген жол учаскесіндегі уақыт бірлігінде (әдетте тәулік ішінде) өткізілген поездардың ең үлкен санын (бір жолды учаскеде жұп поездар санын) айтады.

Бір жолды учаске үшін

$$N' = \frac{60 \cdot T}{t_{ж} + t_{б} + 2\tau}, \text{ жұп поезд,} \qquad (6.81)$$

мұндағы Т – көліктің бір тәуліктегі жұмыс уақыты, сағ; $t_{ж}$ – жол учаскесі бойынша жүк тиелген бағыттағы қозғалыс уақыты, мин; $t_{б}$ – жол учаскесі бойынша бос, жүксіз бағыттағы қозғалыс уақыты, мин; τ – жалпы станциялық аралық уақыт, мин.

$$t_{ж} = \frac{60 \cdot S_{ж.у}}{\upsilon_{ж}}; \quad t_{б} = \frac{60 \cdot S_{ж.у}}{\upsilon_{б}}; \qquad (6.82)$$

мұндағы $S_{ж.у}$ – жол учаскесінің (перегонның, екі станцияның аралығы) ұзындығы, км; $\upsilon_{ж}$, $\upsilon_{б}$ – жүк тиелген және бос жүксіз бағыттардағы қозғалыс жылдамдығы, км/сағ.

$\upsilon_{ж} = \upsilon_{б}$ деп алып бір жолды учаске үшін

$$N' = \frac{30T}{t_{х} + \tau}, \text{ жұп поезд,} \qquad (6.83)$$

мұндағы $t_{х}$ – жол учаскесі, екі станция аралығы (перегон) бойынша қозғалыс уақыты, мин.

Екі жолды жол учаскесі үшін өткізгіштік қабілет әр бағыт үшін анықталады

$$N' = \frac{60T}{t_{ж} + \tau}; \qquad N''_{б} = \frac{60T}{t_{б} + \tau}, \qquad (6.84)$$

$t_{ж} = t_{б}$ болған кезде екі жолды жол учаскесі үшін

$$N'' = \frac{60T}{t_{\text{х}} + \tau}. \qquad (6.85)$$

Автоблокировка кезінде екі жолды жол учаскесінің өткізгіштік қабілеті былай анықталады

$$N'' = \frac{T \cdot \upsilon}{S}, \qquad (6.86)$$

мұндағы T – бірінің артынан бірі келе жатқан поездар арасындағы уақыт аралығы, сағ; υ – поездардың жылдамдығы, км/сағ; S – бірінің артынан бірі келе жатқан поездар арасындағы арақашықтық, км.

Тасып өткізу қабілеттілігі деп карьер жолдарымен уақыт бірлігінде тасылып өткізілетін жүктің мөлшерін айтады. Ол былай анықталады

$$M = \frac{N}{f} \cdot n \cdot q, \text{ т/тәу}, \qquad (6.86)$$

мұндағы N – шектеуші жол учаскесінің өткізгіштік қабілеті; $f = 1{,}1 \div 1{,}2$ – тасып өткізуші қабілеттілігінің резервтік коэффициенті.

Карьерлік жолдардың тасып өткізушілік қабілетін арттырудың тәсілдеріне поездардың қозғалыс жылдамдығын қуатты жылжымалы құрамды қолдану арқылы немесе жолдың профилін жұмсарту арқылы арттыру, шектеуші жол учаскелерінің ұзындығын бөлек пункттерге бөлу арқылы қысқарту, байланысқа кететін уақытты автоматты блокадалау жүйесіне өту арқылы қысқарту, қосымша жолдар төсеу шаралары жатады.

6.5. Темір жол көлігі жұмысының экономикалық көрсеткіштері

Темір жол көлігі жұмысының экономикалық көрсеткіштері тасымалдау көлемімен, поездағы жүктің пайдалы массасымен, тасымалдау ұзындығымен, жұмысты ұйымдастыру деңгейімен және тағы басқаларымен анықталады.

Темір жол көлігі жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштерін бағалау кезінде мына формуланы пайдаланады

$$П = С+ЕК, \text{ теңге/жыл}, \qquad (6.88)$$

мұндағы П – келтірілген шығын көрсеткіші, теңге/жыл; С – пайдалану шығыны, теңге/жыл; К – күрделі шығындар, теңге/жыл; Е – ақша қаражатын жұмсаудың нормативті тиімділік коэффициенті, Е=0,15.

Күрделі шығындар былай анықталады:

$$К = К_{т.т} + К_{ж.қ} + К_{б} + К_{ст} + К_{ж.ш} + К_{э} + К_{ж.с}\ , \qquad (6.89)$$

мұндағы $К_{т.т}$ – топырақты төсемді тұрғызу құны; $К_{ж.қ}$ – жолдың жоғарғы құрылымын төсеу құны; $К_{б}$ – СЦБ (орталық блокировкалау жүйесі) құрылғыларымен байланысты орнату құны; $К_{ст}$ – темір жол станциясын жасау құны; $К_{ж.ш}$ – локомотив және вагондық жөндеу шаруашылығын құру құны (депо, локомотивтерді жабдықтау орындары, байқау және вагондарды жөндеу орындары); $К_{э}$ – көлікті электрлендіру құрылымдарын жасау құны; $К_{ж.с}$ – жылжымалы құрам құны (локомотивтер, вагондар, жол машиналары мен механизмдер).

Пайдалану шығындары былай анықталады:

$$С = С_{ж} + С_{ст} + С_{б} + С_{ж.ш} + С_{т.ст} + С_{т.ж} + С_{басқ} + С_{ж.с.}\ , \qquad (6.90)$$

мұндағы $С_{ж}$ – темір жол жолдарын күтудің бір жылдық құны; $С_{ст}$ – станцияны күтудің бір жылдық құны; $С_{б}$ – СЦБ құрылғыларымен байланысты күтудің бір жылдық құны; $С_{ж.ш}$ – жөндеу шаруашылығын күту құны; $С_{т.ст}$ – тартқыш аралық станцияларды күту құны; $С_{т.ж}$ – түйіспелі желіні күту құны; $С_{басқ}$ – көлікті басқару штатын ұстау құны; $С_{ж.с.}$ – жылжымалы құрамды күту құны.

Темір жол көлігінде 1т·км тасымалдау құнының 40-45% жалақы, 35% амортизациялық жарна және материалдар шығыны, шамамен 20% жөндеу шығынын құрайды.

Темір жол көлігінің техникалық-экономикалық көрсеткіштерін зерттеу арқасында мынадай жалпылама заңдылықты байқауға

мүмкіндік туады. Жол еңістігі артқан сайын қабысу массасы үлкен локомотивтерді қолдану тиімді болып табылады. Осы байланыс карьер тереңдігі артқан кезде де байқалады.

Тиеп-тасымалдау комплексіндегі шығынды бағалау әртүрлі экскаваторлар мен жылжымалы құрамды пайдаланған кезде жүк көтергіштігі 165-170 т думпкаларды қолдану келтірілген шығын деңгейін төмендететінін көрсетті.

Локомотивтердің қабысу массасы 240-360 т дейін артқан кезде, тиеп-тасымалдау комплексінде шөміш сыйымдылығы 12,5м^3 болатын экскаваторларды пайдаланған тиімдің болып саналады.

Локомотивтердің қабысу массасын арттыру ашық кен қазу кезінде еңбек өнімділігін анағұрлым арттыру құралы болып табылады. Қабысу массасын 360 т дейін арттырған кезде тиеп-тасымалдау кешені бойынша еңбек өнімділігі 1,4-1,5 есе артады.

7. КАРЬЕРЛІК АВТОМОБИЛЬ КӨЛІГІ

7.1. Автомобиль жолдары. Жолдардың құрылысы, трассасы және сұлбалары

Карьерлерде автомобиль жолдары тасымалдау сипаты бойынша өндірістік және шаруашылық болып бөлінеді. Өндірістік автомобиль жолдары экскаватор забойларынан түсіру орындарына дейін пайдалы қазбалар мен бос жыныстарды тасымалдау үшін, ал шаруашылық автомобиль жолдары шаруашылық және қосалқы жүктерді тасымалдау үшін арналған.

Өндірістік автомобиль жолдары трассадағы тұрған жері бойынша мынадай негізгі учаскелерге бөлінеді: жер бетінде, күрделі траншеяларда, сьездерде, үйінділер мен забойларда.

Пайдалану жағдайына байланысты карьерлік автомобиль жолдары тұрақты және уақытша болып бөлінеді. Тұрақты жолдар ұзақ мерзімдік пайдалануға арналып салынады. Оларға карьер үстіндегі жолдар, күрделі траншеялардағы, карьердегі көліктік бермалардағы, үйіндіге шығар жолдар жатады. Уақытша жолдар тау-кен жұмысының жылжып отыратын алғы шебі артынан жылжып отырады. Оларға сьездердегі, карьер және үйінділердің жұмысшы кемерлеріндегі жолдар жатады.

Карьерлік автожолдар конструкциясы бойынша жолдық қаптамасы бар және қаптамасы жоқ болып бөлінеді.

Автомобиль жолдарының параметрлері мен конструкциясын сипаттайтын басты белгісі жүк кернеулігі болып табылады, яғни жолдың берілген учаскесінде, уақыт бірлігінде тасылып шығарылатын жүктің тонналық мөлшері.

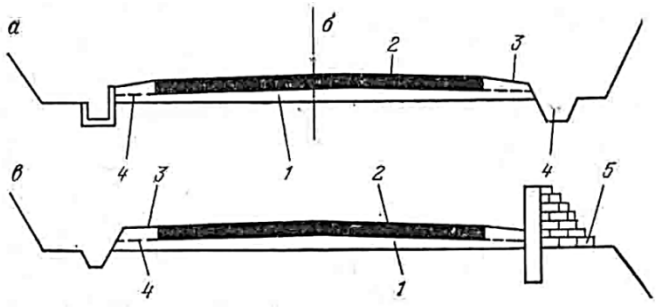
Әрбір автомобильдік жол категориясы үшін ең үлкен қозғалыс жылдамдығы, жүргінші бөлігінің ені, ең үлкен еңістік, ең аз қисықтық радиусы, қаптама түрі және тағы басқалары белгіленеді.

Автомобиль жолы жол құрылыс материалдарының бірнеше жазық қабаттарынан жасалған құрылыс болып табылады (7.1-сурет).

Ол топырақты төсемнен 1, жүргінші бөліктен 2, жол жағасынан 3 және су бұрғыш пен қоршау құрылымдарынан 4,5 тұрады.

Топырақты төсем температуралық және сулық режимдерге тәуелсіз тұрақты және берік болу керек. Бұған төсемдерді тұрақты топырақтардан жасау және жер үсті, жер асты суларын бұру арқылы қол жеткізуге болады.

Автомобиль жолының топырақты төсемі, темір жолдағыдай үйінді, оймалар және нольдік биіктіктегі учаскелер түрінде жасалынады. Бүйір бетінің тіктігі топырақты төсем биіктігі 1 м болғанда 1:1,5, ал топырақты төсем биіктігі 1 артық болғанда 1:3 тең болады.



7.1-сурет. Автомобиль жолының көлденеңдік профилі:
а-жұмсақ (борпылдақ) жыныстарда; б – қатты тасты жыныстарда; в – сьездерде

Суды бұрып алып кету үшін жол бойына арықтар, кюветтер немесе науашалар жасалынады, қия беткейлерде оларды жолдың тау жақ бөлігінде жасайды.

Топырақты төсем ені жүргінші бөлік пен екі жол жағасынан тұрады.

Жүргінші бөлік деп жылжымалы құрамның негізгі күштерін қабылдайтын және автомобиль қозғалу үшін арналған жол алабын айтады. Тұрақты жолдарда ол жол қабаттарымен жабылады. Жол жабулары жол қаптамасы, табаны және аралық қабат сияқты үш қабаттың біреуінен тұрады.

Қаптама автомобиль доңғалағының әсерін тікелей қабылдап, жолдың конструкциясын сақтап отырады. Табан жолдың негізгі жүк алып жүруші қабаты болып табылады.

Аралық қабат негізінде топырақты төсемде жиналған суды алып кетуші, дренаждаушы (құрғатушы) қызметін атқарады.

Іс жүзінде бір қабатты жол жабуы тек қаптамадан, ал екі қабатты жол жабуы – қаптамадан және табанынан тұрады.

Жүргінші бөлік ені жылжымалы құрамның габаритімен, қозғалыс жылдамдығымен және қозғалыс қатар жол (полоса) санымен анықталады.

Карьерлер жағдайында автомобильдердің әртүрлі қозғалыс сұлбалары жүзеге асырылады:

1) бір қатар жолдағы қарсы қозғалыс;

2) екі қатар жолдағы қарсы қозғалыс (бұл кезде қатар жолдың біреуі жүктік жол болып саналады);

3) айналмалы (ағымдық) қозғалыс.

Карьерлерде ең көп тарағаны екі қатар жолдағы қарсы қозғалыс пен бір қатар жолмен айналмалы қозғалыс сұлбасы.

Екі қатар жол қозғалысы кезінде тұрақты жолдардың жүргінші бөлігінің ені мына формуламен анықталады:

$$B = 2a \cdot k_{\upsilon} + \Delta B_{\text{г}}\text{, м,} \qquad (7.1)$$

мұндағы a – автомобиль ені, м; $k_{\upsilon} = 1{,}6 \div 1{,}9$ жылдамдықтары $\upsilon = 20 - 30$ км/сағ болатын қарсы келе жатқан автомобильдердің қосынды жылдамдықтарын ескеретін коэффициент; $\Delta B_{\text{г}}$ – автомобильдің габаритін ескеретін шама, м. Ол жүк көтергіштігі 27, 40, 75 тонналық автотүсіргіштер үшін $\Delta B_{\text{г}} = 1{,}0;1{,}3;2{,}3 м$ тең, ал жүк көтергіштігі 65, 120 тонналық жартылай тіркемесі бар тартқыштар үшін $\Delta B_{\text{г}} = 2{,}2;3{,}8 м$ тең болады [13].

Забойдағы және үйінділердегі уақытша жолдардың жүргінші бөлігінің ең аз ені автомобильдердің габаритімен анықталады. Жүк көтергіштігі 27-75 т өзі түсіргіштер үшін, ол 10,5-13,5м, ал 65-120 т автопоездар үшін 10,5-15,5 м болады.

Жүргінші бөлік бетінің кескінін суды бұрып алып кету үшін (ағызып жіберу) еңістетіп жасайды. Жолдар бір еңісті (ылдилы) және екі еңісті болып орындалады. Екі еңісті жолдарды күрделі траншеялардың түзу учаскелерінде және жер

бетіндегі жолдарда жасайда. Бір еңісті жолдар жарты траншеяларда, карьер бортындағы (беткейіндегі) бермаларда және радиусы 200м кем бұрылыстарда жасалынады.

Екі еңісті жолдардың жүргінші бөлігінің көлденеңдік еңісі карьер борты жағына қарай i=10-40 ‰, ал бір еңісті жолдарда қисық ішіне қарай i=20-40‰ етіп жасайды.

Жолдың қисық учаскелерінде қозғалыс қауіпсіздігі үшін жүргінші бөлікті кеңейтіп жасайды. Кеңейтілу өлшемі қисықтық радиусына байланысты болады, 20-30м радиус кезінде жүргінші бөліктің кеңейтілуі 1,5-2м, ал бір қатарлы жол үшін бұл шама екі есе азаяды. Кеңейтілу жол жағасы енін біртіндеп азайту арқылы жүргізіледі.

Жол жоспары түзу сызықты және қисық учаскелерден тұрады. Қисық жолдарда автомобильдердің қозғалыс жылдамдықтары төмендейді, бірақта радиусы кішкентай қисық жолдар автомобиль көлігінің негізгі артықшылығын – манёврлігін пайдалануға мүмкіндік жасайды.

Автомбиль жолдарының бойлық профилі алаңшалардан, еңістіктерден және әртүрлі еңістері бар учаскелерді қосатын вертикальды қисықтардан тұратын жатық сызықтар түрінде жоспарланады.

Қазіргі автоөзітүсіргіштер түрі үшін жетекші еңістік 70-80‰ шамасында болады. Автомобиль жолдарында 80-100‰ асатын еңістіктер жасауға рұқсат етілмейді, себебі бұл жағдайда қозғалыс қауіпсіздігі төмендеп, жылжымалы құрамның доңғалақтары мен жолдың жүру бөлігінің тез тозуына және істен шығуына алып келеді.

Автомобиль жолдары сұлбаларының мынадай түрлері болады:

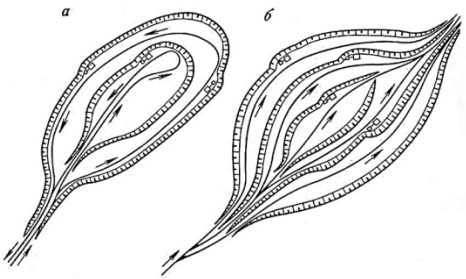
1) тіке сьезді жолдар сұлбасы;

2) спиральды сьезді жолдар сұлбасы;

3) тұзақты сьезді жолдар сұлбасы;

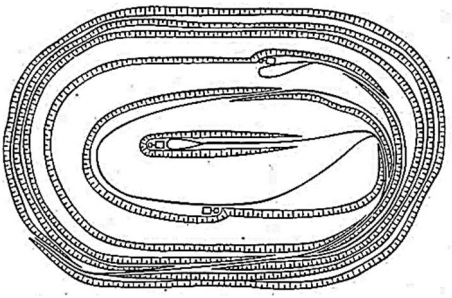
4) құранды сьезді жолдар сұлбасы.

Тіке сьезді жол сұлбасы (7.2-сурет) жазық немесе аз көлбеуде жатқан кен орындарын қазу кезінде тереңдігі аз карьерлерде қолданылады.



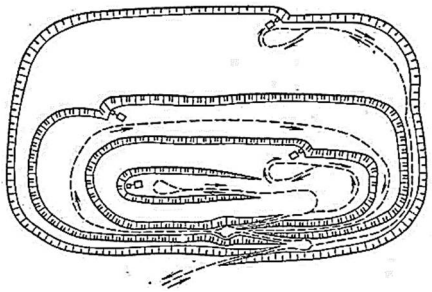
7.2-сурет. Тіке сьезді жол сұлбасы

Спиральды сьезді жол сұлбасы жоспар бойынша өлшемі шектеулі терең карьерлерде қолданылады (7.3-сурет).



7.3-сурет. Спиральды сьезді жол сұлбасы

Тұзақты сьезді жол сұлбасы терең карьерлерде және кен орнын тау беткейінде қазу кезінде қолданылады (7.4-сурет).



7.4-сурет. Тұзақты сьезді жол сұлбасы

Құранды сьезді жол сұлбасы автомобиль көлігін пайдаланатын көп карьерлерде қолданылады. Бұл кезде спиральды формалы сьезд тұзақты формалы сьезге ауысып отырады.

Автомобиль жол қаптамасы жетілдірілген (күрделі), өтпелі және төменгі типті болып бөлінеді.

Жетілдірілген түріне асфальтты және цементті-бетонды қаптамалар жатады. Өтпелі түріне ұсақ тасты, қиыршық тасты, шлакты және топырақты ұсақ тасты қаптамалар жатады. Өтпелі қаптама түрі жетілдірілген қаптама үшін табаны болып есептеледі.

Төменгі түрдегі қаптамаға топырақты, қоспалармен нығайтылған, тапталған топырақты қаптамалар жатады. Мұндай қаптамалардың табаны (негізі) болып топырақты төсем топырағы жатады. Қоспа ретінде құм, қиыршық тас, шлак тағы басқалар пайдаланылады.

7.2. Автомобиль жолдарын күту және жөндеу

Автомобиль жолдары судың, желдің, қардың, температуралық ауытқулар және жылжымалы құрам жүктемелерінің (күштерінің) әсерлерін тұрақты қабылдап отырады. Осы себептерден олар біртіндеп зақымданып, жол қаптамасының беріктігі азайып, жолдың тегістігі бұзыла бастайды. Әсіресе автомобиль жолдарының күйіне жер асты, жер үсті суларының әсері өте үлкен.

Жаз айларының ыстық мезгілінде асфальтты-бетонды, қара ұсақ тасты және қара қиыршық тасты қаптамалар жұмсарып, иілгіш болып, былқылдап кетеді. Қыз мезгілінде температура өте төмендеп кеткен кезде асфальтты-бетонды және цементті - бетонды қаптамаларда жарықшақтар пайда болады.

Табиғи факторлардан басқа жолға автомобиль көліктерінің түсіретін жүктемелері (күштері) әсер етеді. Олар жолдардың қаптамаларында толқынданулар, ығысулар, жарықшақтар, шұңқырлар сияқты зақымдарды тудырады.

Автомобиль көліктерінің қауіпсіз, үзіліссіз қозғалысын қамтамасыз ету үшін карьерлерде жол қызметі бөлімі жасақталады, олар жолдарды күту және жөндеу жұмыстарын жүргізіп отырады.

Жол жөндеу жұмыстарының мынадай түрлері болады:

1)күту;

2)жеңіл-желпі жөндеу;

3)орташа жөндеу;

4)күрделі жөндеу.

Жолды күту жұмыстарына жолды күту және жол құрылымдарын дұрыстау, сол сияқты оларды тазалап ұстау жұмыстары жатады. Жаз мезгілінде жолдарды профильдеу, жол қаптамаларының бетіне су себу, шаңдардан, балшықтардан, машиналардан төгілген басқа материалдардан тазалау жұмыстары жүргізіледі. Қыс айларында жолды қардан, көк тайғақпен күресу, яғни құм себу және басқа жұмыстар жүргізіледі.

Ашық кен қазу жұмыстарында жолдарда пайда болатын шаңдармен күресу жұмыстарының маңызы өте зор. Себебі шаң жүргізушілер жұмыс жағдайын нашарлатып, автомобильдердің тозуын арттырады. Шаңдармен күресудің бірнеше тәсілдері бар, солардың ішіндегі негізгілері жолдың жүргінші бөлігіне су себу, хлорлы кальций және мұнай өнімдерімен өңдеу жұмыстары. Қыс мезгілінде жолды сумен өңдеу, су шашу тиімді емес, сондықтан оны хлорлы кальции, магний, натрий ертінділермен өңдейді.

Жеңіл-желпі жөндеу жұмыстарына жолдың және жол құрылысының майда зақымданған жерлерін ескерту және тез дұрыстау жұмыстары жатады. Олардың негізгілеріне жарықшақтар мен шұңқырларды бітеу, жабу, отырған жерлерді дұрыстау, жолдарды профильдеу, топырақты төсемнің майда зақымданған жерлерін дұрыстау жұмыстары жатады. Олар, атап айтқанда асфальтты – бетонды, қара ұсақ тасты, қиыршық тасты қаптама беттерін өңдеу, жеке плиталарды алмастыру, ұсақ тастармен немесе қиыршық тастармен қаптамаларды тегістеу жұмыстары. Беттік өңдеу жұмыстары дегеніміз жол бетіне кедір-бұдырлықты арттыратын қара ұсақ тасты төсеу болып табылады.

Күрделі жөндеу жұмыстарына 10-12 жылда кемінде бір рет жүргізілетін жолдың тозған барлық элементтері мен жол құрылыстарын толық қалпына келтіру, жол қаптамаларының беріктігін арттыру, жол элементтерінің өлшемдерін қалыпты стандартқа келтіру жұмыстары жатады.

Автомобиль жолдарын жөндеу және құрылысы кезінде

карьерлерде негізгі жұмыстарда пайдаланылатын машиналар (экскаваторлар, ысырмалар, бульдозерлер) қолданылады.

Осыдан басқа жолдарды жөндеу, құрылыс жұмыстарын жүргізу және пайдалану кезінде, сол сияқты арнаулы машиналар ысырмалардың әртүрлі типтері, автокрандар, өзі жүретін және тіркемелі топырақ нығыздаушы катоктар, қопсытқыштар, су себуші машиналар, қар тазалаушылар, құм шашыратушылар және басқалары қолданылады.

Жол ұзындығы 25 км аспайтын карьерлер үшін бір комплексті механикаландырылған бригада болуы тиіс.

7.3. Көп жүкті автомобильдердің жалпы құрылысы туралы мағлұмат

Карьерлік автомобиль көлігінің жылжымалы құрамы конструкциялық орындалуына байланысты екі негізгі топқа бөлінеді. Олар автоөзітүсіргіштер және автопоездар.

Автоөзітүсіргіштер деп мықты конструкциялы, рамаға орнатылған, артына немесе жанына аударып түсіретін шанағы бар автомобильді айтады.

Автопоезд деп бір немесе бірнеше тіркемесі немесе жарты тіркемесі бар автомобиль тартқышты айтады. Арналуына байланысты автопоездың жарты тіркемелі шанағы түбімен, артқа немесе жанына аударып жүгін түсіреді.

Ашық кен қазу жұмыстарында пайдаланудың ерекше жағдайлары карьер автомобильдерінің конструкциясына мынадай талаптар қояды. Экскаватормен тиеу кезінде болатын күшті соққыларға шыдас беретін механикалық бөлігінің жоғары беріктікте болуы; шанақтың толық тиеуді және түсіруді қамтамасыз етуі; тар жағдайларда тиімді жұмыс істеу үшін манёврлігінің жоғары болуы; сапасы төмен жолдарда қозғалғанда және жер бедері күрделі, ауыр жағдайларда жоғары тұрақтылығы және өткіштігі; ұзын өрлер мен еңістерде жеткілікті жылдамдықты дамыта алуы және қажетті тежеуіш күшінің болуы.

Карьерлік автомобильдерді құрастыру кезінде қозғалтқыш пен кабинаның өзара орналасуын және раманың конструкциялық сұлбасын таңдайды. Көбнесе қозғалтқыш пен

кабина қатар орналасқан құрастыру сұлбасын қолданады. Бұл автомобильдің жинақтылығын қамтамасыз етеді, бірақта кабинаның қозғалтқышқа тым жақын орналасуы жүргізуші жұмысының үптелген жағдайын онша қанағаттандыра бермейді.

Карьерлік автомобильдердің екі, үш остьі тіркемелі, жартылай тіркемелі түрлері болады.

Карьерлік автомобильдің негізгі бөліктеріне қозғалтқыш, рама (шасси) және шанақ жатады.

Қозғалтқыш автомобильді қозғалысқа түсіретін механикалық энергияның көзі болып табылады. Қозғалтқыш ретінде жанған жанармайдың жылу энергиясын механикалық энергияға айналдыратын іштен жанатын қозғалтқыштар пайдаланылады.

Жанғыш қоспа сығылғанда оталатын қозғалтқыштарда ауа мен жанармай қоспасы (дизельді сұйық отын, солярка, керосин) цилиндр ішінде дайындалады. Дизельді қозғалтқыштарда қолданылатын сұйық отын бензинге қарағанда арзан, бұл поршеньді дизельді қозғалтқыштардың ең негізгі артықшылығы болып табылады. Осының арқасында олар кең таралып үлкен қолданысқа ие болды.

Отандық карьерлік автоөзітүсіргіштер үшін жоғары айналымды, төрт ырғақты (тактілі), 6, 8, 12 цилиндрлі, V тәрізді, қуаты 250 ден 1700 кВт, айналу жиілігі 1500-2000 айн/мин болатын қозғалтқыштар пайдаланылады.

Іштен жанатын қозғалтқыштардың негізгі элементтеріне картер, цилиндр блоктары, кривошипті-шатундық механизм (иінді білік, шатундар, поршеньдер), газды тарату механизмі (клапандар, таратқыш-біліктер) жатады. Қозғалтқыш сонымен бірге жанармаймен қоректендіру (жанармай багы, сорғыштар, сүзгіштер, форсункалар), ауамен қоректендіру, майлау (май бактары, сорғыштар, сүзгіштер, радиатор), суыту (су сорғыш, радиатор, желдеткіштер), іске қосу (электрлі стартер, қозғалтқышты сығылған ауамен оталдыруға арналған жабдық) жүйелерімен жабдықталады.

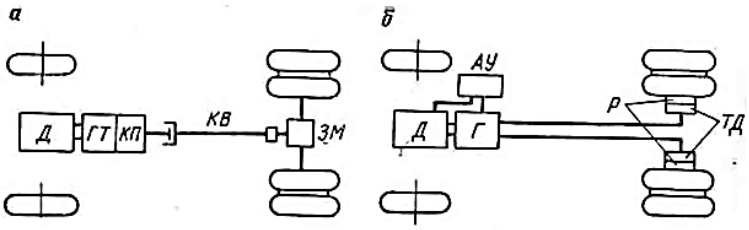
Автомобильдің жүк көтергіштігі мен қуатының өсуіне байланысты газды турбиналы қозғалтқыштарға өту бағыты пайда болды. Олардың артықшылығы конструкциялық қарапайымдылығы, массасы мен габаритінің аздығы, төменгі

температурада жеңіл іске қосылатындығы, пайдаланған газдардың улылығының аздығы. Ал кемшіліктері жанармай шығынының күрт өсуі (2-2,5 есе), құнының жоғарылығы және ауа шаңдылығына сезімталдылығы. Олар қазіргі уақытта кең қолданыс таба алмады.

Шасси (рама) қозғалтқыштан шығатын айналдырушы моментті жетекші доңғалақтарға (трансмиссия) беру үшін, барлық бөліктер мен механизмдерді, жүру бөлігін және басқару механизмін біріктіретін жүйе болып табылады.

Карьерлік автоөзітүсіргіштердің трансмиссиясы мынадай талаптарға жауап беруі тиіс: жүк тиелген машинаның ұзақ өрлер мен еңістерде жоғары жылдамдықпен қозғалуын қамтамасыз ету; орнынан бірқалыпты сілкімей қозғалу; қозғалтқыштың және күштік берілістердің соққылар мен тербелістерді басу арқылы ұзақ мерзімділігін арттыруға мүмкіндік жасау; автомобильді басқаруды жеңілдету.

Карьерлік көп жүкті автомобильдерінде трансмиссияның гидромеханикалық және электромеханикалық екі түрі қолданылады (7.5-сурет).



7.5-сурет. Карьерлік автомобильдердің трансмиссиялары

Гидромеханикалық трансмиссия үйлестіруші редукторы бар қозғалтқыштан Қ, гидротрансформатордан ГТ, беріліс қорабынан БҚ, кардандық біліктен КБ және артқы көпірден АК тұрады (7.5, а-сурет).

БелАЗ автомобильдерінде үйлестіруші редуктор, гидротрансформатор, үш сатылы беріліс қорабы, тежеуіш-баяулатқыш бір агрегатта конструкциялы біріктіріліп жасалған.

Отандық гидромеханикалық трансмиссиялы карьерлік автомобильдердің жүк көтергіштігі 75-80 т, ал шетелдік автомобильдерде 100-120 т болады.

Электромеханикалық трансмиссия генераторлар Г, қозғалтқыштан Қ, параллель немесе тізбектеліп қосылған тартқыш қозғалтқыштардан ТҚ, редуктордан Р, реттеу және басқару аппараттардан БА тұрады (7.5, б-сурет).

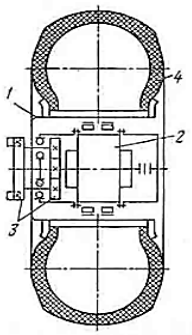
Электромеханикалық трансмиссия кезінде тұрақты, сол сияқты тұрақты-айнымалы ток жүйелері қолданылады. Бірінші жағдайда тұрақты ток генераторы және тартқыш қозғалтқыштар пайдаланылады. Мұндай жүйе БелАЗ-549 және БелАЗ-7519 өзітүсіргіштерінде қолданылады. Олар қарапайымдылығымен, бірақта электр жабдықтарының үлкен массасымен сипатталады. Осыдан басқа тұрақты-айнымалы ток жүйесі қолданылады. Бұл жағдайда айнымалы ток генераторы, кремнийлік түзеткіштер блогы және тұрақты токты тартқыш электр қозғалтқыштары пайдаланылады [14 - 15].

Автомобильдің электр жетегі екі режимде тартқыштық және электрлі динамикалық тежеу режимінде жұмыс жасайды.

Тартқыштық режимде қозғалтқыштың механикалық энергиясы тартқыш генератормен электрлік энергияға түрлендіріліп тартқыш электр қозғалтқыштарына беріледі.

Электрлі динамикалық тежеу режимінде оның еңісте немесе екпінмен қозғалған кезде автомобильдің доңғалақтарынан механикалық энергия тартқыш электр қозғалтқыштарына беріледі, олар осы кезде генератор қызметін атқарады. Резисторларды тартқыш электр қозғалтқыштар (генераторлар) тізбегіне қосқан кезде білікте тежеуіш моменті пайда болады, ол автомобиль қозғалысы жылдамдығын төмендетуді немесе бір шамада ұстап тұруды қамтамасыз етеді.

Электрлі механикалық трансмиссияның негізгі элементтерінің бірі электрлі моторлы доңғалақ (7.6-сурет). Бұл жағдайда жетекші доңғалақ күпшегінде (ступицасында) тартқыш электр қозғалтқышы және планетарлық редуктор орнатылады. Моторлы доңғалақ күштік қондырғымен иілгіш кабельмен қосылады.



7.6-сурет. Өзітүсіргіштің моторлы доңғалағы:
1 – доңғалақ күпшегі; 2 – тартқыш электр қозғалтқышы; 3 – редуктор; 4 – шина (резеңкелі балон)

Электрлі механикалық трансмиссиялы автомобиль көліктерінің үш түрі болады: дизельді-электрлі өзітүсіргіш, троллейвоз-өзітүсіргіш, дизель-троллейвоз.

Дизельді-электрлі өзітүсіргіш дизель қондырғысымен генераторды айналдырып токты тартқыш қозғалтқыштарға береді.

Троллейвоз-өзітүсіргіште электрлі тартқыш қозғалтқыш электр энергиясын екі сымды түйіспелі желіден алады.

Дизель-троллейвоз жоғарыда аталған екі машинаның құранды түрі болып саналады. Жол профилі ауыр өрлерде дизельді-троллейвоз қоректі түйіспелі желіден, ал забой және үйінді жолдарында тартқыш электр қозғалтқыштар қоректі дизель қондырғысынан алады.

Автөзітүсіргіштің жүру бөлігі рамадан, асып-ілу құрылғысынан және шинасы (резеңке балоны) бар доңғалақтардан тұрады.

Рама автомобильдің барлық бөліктері және шанағы бекітілетін негізі болып саналады. Ол бір-бірімен дәнекерленіп байланысқан қорапты қимасы бар екі бойлық бөренеден және бірнеше көлденең бөренелерден тұрады. Көлденең бөренелер асып-ілу құрылғысының және көтеру механизмінің цилиндрлерін бекіту үшін, сол сияқты буксир құрылғысын орнату үшін қызмет атқарады. Карьерлік автөзітүсіргіштер рамалары жоғары беріктікпен жасалынады, себебі олар

экскаваторлармен тау-кен массасын тиеу кезінде үлкен соққы күштерін қабылдап отырады.

Автөзітүсіргіштің асып-ілу (аспа) құрылғылары доңғалақтар мен барлық автомобиль үстіндегі құрылымдар арасына орнатылатын амортизациялау жүйесі қызметін атқарады. Яғни қозғалыс кезінде, жүкті тиеу кезіндегі соққыларды жұмсарту, сол сияқты пайда болатын тербелістерді тоқтату үшін қызмет атқарады.

Бұл үшін асып-ілу жүйесінде пневматикалық және гидравликалық рессорлар мен амортизаторлар қолданылады. Серпімді жұмысшы элемент ретінде сығылған газ (азот), ал жұмысшы сұйық ретінде амортизатор сұйықтары пайдаланылады.

Пневматикалық шиналар (резеңке балондар) камералы және камерасыз болып жасалады. Бірінші жағдайда комплектіге камера және сыртқы қалың резеңкелі қабы (покрышка) кіреді. Камерасыз шиналарда сыртқы қап пен тоғын (обод) арасына нығыздаушы сақина орнатылады.

Шиналар өлшемі екі санмен дюймдік жүйеде белгіленеді, мысалы 18.00-25, 18.00-шинаның енін, ал 25 доңғалақ тогынының диаметрін дюймдік көрсетеді (1 дюйм-25 мм шамасында).

Басқару механизмдеріне рульдік басқару, тежеуіш жүйесі және автомобильдің түсіру механизмдері жатады.

Карьерлік автөзітүсіргіштердің шанағы кабина үстінде күнқағары (козырьком) бар рамаға орнатылған, артқа қарай көтеріліп жүгін түсіретін, дәнекерленіп жасалған металл платформа. Жартылай тіркемелер жүгін шанағының түбі арқылы түсіреді. Шанақ бұл кезде түптік люктермен және секторлы жабу қақпақтарымен жабдықталады. Платформаны көтеру және түбін ашу гидравликалық механизм көмегімен жүзеге асырылады.

Ең кең тараған шанақ түрі V тәріздес түрі, бұл кезде автомобильдің биіктігі және ауырлық центрінің төмендетілуі қаматасыз етіледі. Шанақ рамаға резеңкелі амортизаторлар арқылы орнатылады.

7.4. Карьерлік автомобильдердің негізгі параметрлері

Карьерлік автомобильдердің негізгі параметрлеріне оның жүк көтергіштігі, қозғалтқыш қуаты, доңғалақ формуласы, шанақ көлемі және габариті жатады.

Жүк көтергіштік қазіргі жоғары механикаландырылған карьерлерде автомобиль көлігі жұмысының техникалық-экономикалық көрсеткіштерін анықтайтын негізгі параметр болып саналады.

Жүк көтергіштікті арттыру автомобиль транспорты жұмысының тиімділігін арттырудың негізгі шешуші тәсілі болып табылады.

Ең дұрыс жүк көтергіштікті таңдау, яғни белгілі бір пайдалану жағдайындағы ең тиімдісін таңдау техникалық-экономикалық анализдің есебі болып саналады. Көлік-экскаватор комплексі жұмысын экономикалық математикалық модельдеу жолымен олардың тиімділігін және көлік жабдықтарының негізгі параметрлерінің келтірілген шығындарына әсер ету дәрежесін табуға, сол сияқты жылжымалы құрамның көтергіштігін үйлестіруге болады.

Техникалық-экономикалық зерттеуге арналған бастапқы мәліметтер көрсеткіштердің екі тобынан тұрады. Біріншісі техникалық, ал екіншісі экономикалық.

Техникалық көрсеткіштерге карьердің өндірістік қуаты, тасымалдау арақашықтығы, жабдықтардың жылдық жұмыс істеу режимі, шөміш сыйымдылығы, экскаватор циклының уақыты, автомобильдердің жүк көтергіштігі мен орташа техникалық жылдамдығы жатады. Экономикалық көрсеткіштерге үлесті келтірілген шығындарды құрайтын бөлімдер жатады.

Автомобильді экскаваторлы комплекстің жұмысын экономикалық математикалық модельдеу нәтижесінде анықталған заңдылықтар үлкен жүкті автомобиль құралының әртүрлі тау-кен техникалық жағдайларында қолдану тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Карьерлік автомобильдердің жүк көтергіштігінің 250-300 тоннаға дейін өсуі экономика тұрғысынан тиімді болып саналады. Жүк көтергіштіктің ары қарай өсуі келтірілген шығын деңгейінің артуына алып келеді.

Автомобиль көлік құралының ұтымды жүк көтергіштігін анықтайтын негізгі параметр, ол тасымалданатын материал көлемі. Жүк көтергіштігі 57-40 т автоөзітүсіргіштерді тасымалданатын тау-кен массасының көлемі 5-8 млн.$м^3$/жыл болатын карьерлерде пайдаланған тиімді, ал жүк көтергіштігі

75-120т автомобильдерді тасымалдау көлемі 10-40 млн.м^3/жыл, 180 т автомобильдерді тасымалдау көлемі 40-50 млн.м^3/жыл артық болатын карьерлерде пайдаланған орынды.

Қозғалтқыштың қуаты автомобильдің тартқыштық пайдалану қасиеттерін анықтайды. Оның шамасы оның жүк көтергіштігіне, конструкциялық жылдамдығына және трансмиссия түріне байланысты болады.

Пайдалану тұрғысынан қуаттың шамасы автомобильдің өнімділігіне әсер етеді, себебі ол техникалық қозғалыс жылдамдығын анықтайды.

Қозғалтқыш қуаты жұмыстық режимде – автомобильдің жүкпен өрге қозғалған кезде ғана толық пайдаланылады, жұмсалынады, ал жүкпен забой жолдарында, бос жүксіз еңістерде қозғалысы кезінде қозғалтқыш қуаты толық пайдаланылмайды.

Терең карьерлер жағдайында толық қуатты пайдалану 60% құрайды, ал таулы карьерлерде бұл шама 40% ға дейін төмендейді.

Сонымен бірге таулы жерлерде жұмыс істегенде жұмысшы қоспаның шамадан тыс байытылуы және сұйық отынның жанбауы салдарынан қуат шамасы 10-15% төмендеп кетеді. Осыдан басқа шанақты пайдаланған газбен қыздыру қажеттілігінен туатын қарсы қысым әсерінен (0,01МПа) қуат шамасы тағы төмендейді.

Карьерлік автомобильдердің ұтымды қуат деңгейі де техникалық экономикалық анализ жолымен анықталады. Қуаттың артуы бір жағынан машинаның техникалық қозғалыс жылдамдығын және өнімділігін арттырса, екінші жағынан жанармай шығынын және құнын өсіріп жібереді. Қорыта айтқанда, жүк көтергіштіктің әрбір мәніне қозғалтқыш қуатының ең тиімді мәні сәйкес болады. Үлестік қуат, яғни қуаттың жүгі бар автомобильдің толық массасына қатынасы жүк көтергіштігі 27-40 т болатын машиналар үшін 5,5-6,2 кВт/т, ал жүк көтергіштігі 75-80т болатын машиналар үшін 4,8-5,1 кВт/т құрайды.

Доңғалақтық формула деп автомобиль доңғалақтар санын цифрлық белгілеуді, сонымен бірге бірінші цифр доңғалақтың жалпы санын, ал екінші цифр жетекші доңғалақтар санын көрсететін өрнекті айтады.

Өзітүсіргіштер үшін 4х2 доңғалақтық формуласы жиі пайдаланылады, осыдан басқа 4х4 және 6х4 доңғалақтық формулалары да болады. Жартылай тіркемелі автопоездар 6х2 және 6х4 доңғалақтық формуласымен жасалып шығарылады.

Доңғалақтық формула оның қабысу масса коэффициентін анықтайды.

Қабысу (ілінісу) коэффициенті мына формуламен анықталады

$$k_{каб} = \frac{P_{ж}}{P_{а}}, \qquad (7.2)$$

мұндағы $P_{ж}$ – жетекші доңғалаққа түсетін масса, т; $P_{а}$ – автомобильдің толық массасы, т.

Жетекші доңғалақ саны артқан сайын оның қабысу масса коэффициенті артады, яғни рұқсат етілген немесе жүріп өте алатын өрдің шамасы да артады.

Шанақтың көлемі мен жүк көтергіштік арасындағы қатынас былай анықталады

$$V_{ф} \cdot \gamma_{к} = q \text{ , т}, \qquad (7.3)$$

мұндағы $V_{ф}$ – шанақтағы тау-кен жынысының іс жүзіндегі көлемі, м^3; $\gamma_{к}$ – автомобиль шанағындағы тасымалданатын тау-кен массасының қопсытылған күйіндегі тығыздығы, т/м^3.

Сонымен бірге $V_{ф} = V_{г} \cdot k_{т}$ және $\gamma_{к} = \gamma / k_{к}$ ескере отырып, жүк көтергіштікті толық пайдалану жағдайында шанақтың геометриялық көлемі

$$V_{Г} = \frac{q \cdot k_{к}}{\gamma \cdot k_{т}}, \text{ м}^3, \qquad (7.4)$$

мұндағы q – автомобильдің жүк көтергіштігі, т; γ – тау-кен жынысының массивтегі тығыздығы, т/м^3; $k_{к}$ – шанақтағы тау-кен жынысының қопсытылу коэффициенті; $k_{т}$ – шанақтың геометриялық көлемін пайдалану дәрежесін көрсететін автомобиль шанағының толтырылу коэффициенті.

Формуладан көретініміз автомобильдің шанақ көлемін таңдауда тасымалданатын тау-кен массасының массивтегі тығыздығы үлкен роль атқарады.

Автомобильдің габаритіне оның толық ұзындығы L, ені B, шанақ күнқағарына дейінгі биіктік $H_к$ және шанақ көтерілгендегі биіктік $H_р$, сол сияқты тиеу биіктігі $H_т$, автомобиль базасы $L_б$, алдыңғы $\alpha_{алд}$ және артқы $\alpha_{арт}$ еңкею (құлама) бұрыштары жатады.

Карьерлік автомобильдердің пайдаланушылық техникалық қасиеттеріне динамикалылығы (қозғалмалылық), өткіштігі, отынды үнемдеушілігі, басқарылуы, тұрақтылығы міне осылар жатады.

Автоөзітүсіргіштер автомобиль көлігінде жылжымалы құрамның негізгі түрі болып саналады. Автоөзітүсіргіштер конструкциясы карьерлердегі жұмыс жағдайларының атап айтқанда тар жағдайларда, қысқа қашықтықтарда және ұзақ өрлер мен ылдиларда жұмыс істеу ерекшеліктерін ескере отырып жасалынған.

Автоөзітүсіргіштердің түсіру операциясы, әдетте шанақты артқа аударып жүргізіледі. Бұлай орындау конструкциялық тұрғыдан ең қарапайым болып табылады, дегенмен бұл автоөзітүсіргіштер жұмысын біршама күрделендіріп жібереді. Себебі бұл кезде үйінділер мен пайдалы қазбаларды түсіру орындарында қосымша манёврлер жасауға тура келеді.

Әлемдік практикада автоөзітүсіргіштер ең көп таралымға ие болды. Соңғы жылдары АҚШ, Германия, Ұлыбритания, Франция, Италия, Швеция, Жапония елдерінде жүк көтергіштігі 30 т дан 315 тоннаға дейін болатын карьерлік автоөзітүсіргіштер жасалып шығарылады.

Карьерлік автоөзітүсіргіштерді дамытудың негізгі бағыттары мынадай:

екі осьті, доңғалақтық формуласы 4х2 және үлестік қуаты 5-6кВт/т болатын автоөзітүсіргіштерді шығару;

жүк көтергіштігі 70-90 т асатын өзітүсіргіштер үшін электрлі механикалық трансмиссияны қолдану.

Автоөзітүсіргіштердің жетілдіру дәрежесі көрсеткіштерінің бірі ыдыстық коэффициент, яғни автоөзітүсіргіш массасының оның жүк көтергіштігіне қатынасы. Жүк көтергіштігі 25-40 т автоөзітүсіргіштер үшін ыдыстық коэффициент 0,78-0,7 құрайды.

Екінші бір көрсеткіш экскаваторлар мен автөөзітүсіргіштердің ең жақсы (тиімді) пайдалану уақытын анықтайтын фактор олардың шөміш сыйымдылығы мен автөөзітүсіргіштің шанақ көлемі арасындағы қатынас болып табылады.

Өзітүсіргіштің шанақ көлемі мен экскаватор шөміш сыйымдылығының ұтымды қатынасы 3-9 аралығында болады.

Елімізде қолданылатын автөөзітүсіргіштерге КрАЗ-256, БелАЗ-540, БелАЗ-548, БелАЗ-549, БелАЗ-7519, БелАЗ-7521 машиналары жатады, олардың техникалық сипаттамалары 7.1 – кестесінде келтірілген [16].

7.1-кесте

Отандық карьерлік автөөзітүсіргіштердің техникалық сипаттамалары

Параметрлері	КрАЗ - 256	БелАЗ - 540	БелАЗ - 548	БелАЗ - 549	БелАЗ - 7519	БелАЗ - 7521
Доңғалақтық формуласы	6х4	4х2	4х2	4х2	4х2	4х2
Жүк көтергіштігі, т	10	27	40	75	110	180
Қозғалтқыш қуаты, кВт	175	265	367	770	955	1690
Шанақтың геометриялық көлемі, $м^3$	8,0	15	21	35	44	70
Базасы, мм	4780	3550	4200	4450	5300	6500
Алдыңғы сыртқы доңғалақтың колеясы бойынша бұрылу радиусы, м	10,5	8,5	10	11	12	15
Ең үлкен жылдамдығы, км/сағ	62	55	50	50	52	50
Шиналарының өлшемі	12.00-20	18.00-25	20.00-33	27.00-49	33.00-51	40.00-57

7.1-кестенің жалғасы

Трансмиссия типі	Гидромеханикалық			Электромеханикалық		
Габариттері, мм	8190х х2650х х2760	7250х х3480х х3580	8120х х3790х х3800	10250х х5360х х4750	11250х х6100х х5130	13580х х7640х х6100
Массасы (жүксіз), т	11,4	21	29	66	85	145

КрАЗ-256 автоөзітүсіргіштің жүк көтергіштігі 10т, үш осьті (жетекшілері артқы екі осі), бұрылу радиусы 8 м болып орындалған. Ол жоғары өткіштігімен ерекшеленеді. Шанағының көлемі 8м^3, ал шөміш сыйымдылығы 1,5-2м^3 болатын экскаваторлармен жұмыс істегенде тиімді болып табылады. КрАЗ-251 автоөзітүсіргіші КрАЗ-256 машинасының жетілдірілген түрі болып саналады. Массасын азайту арқасында автоөзітүсіргіштің жүк көтергіштігі 12 тоннаға дейін арттырылған.

БелАЗ-540 (7.7 – сурет) автоөзітүсіргішінің жүк көтергіштігі 27 т, гидравликалық, механикалық трансмиссиясы бар, екі осьті, қысқа базалы, артқы осьінде жетегі орнатылған машина. Манёврлігін арттыру мақсатында жалпы ұзындығы қысқартылып, кабина мен қозғалтқыш қатар орнатылған. Бұл қозғалтқышқа оңай (жеңіл) жетуді, көруді қамтамасыз етеді және жүргізушінің қарап отыру ауқымын жақсартады.



7.7-сурет. БелАЗ-540 автоөзітүсіргіші

Автоөзітүсіргіш ұзындығының қысқаруы, ауырлық центрінің биікте орналасуы машинаның қажетсіз тербелісіне алып келеді. Осыны болдырмау үшін V-тәріздес шанақ қолданылған, осының арқасында автоөзітүсіргіштің ауырлық центрі өте көп төмендетілген. Шанақтың кабина үстінде қорғаушы күнқағары (қалқаны) бар.

Машинаның геометриялық көлемі 15м^3, бұл тығыздығы 1,75т/м^3 болатын тасымалданатын жүкке сәйкес келеді.

Жүру жұмсақтығын және қозғалыс жылдамдығын өсіру үшін алдыңғы ось пен артқы ось төрт пневматикалық гидравликалық цилиндрлермен (екі цилиндр алдыңғы доңғалақтарға, ал қалған екеуі артқы доңғалақтарға) жабдықталған.

Шанақты көтеру гидравликалық көтеру механизмдерімен екі, үш буынды телескопты цилиндрлермен жүзеге асырылады.

Осы БелАЗ-540 машинасы базасында көмірді тасымалдауға арналған БелАЗ-7510 көмір тасушы машинасы жасалған. Оның шанағының геометриялық көлемі 19 м^3 дейін үлкейтілген. Мұндай көлем шанақты кеңейту, тиеу биіктігін арттыру, артқы борт (кіргізу) жасау арқылы жасалынған.

БелАЗ-540 автоөзітүсіргішін ЭКГ-4,6 экскаватормен бірге бір комплексте пайдалану тиімді болып табылады.

БелАЗ-548 автоөзітүсіргішінің жүк көтергіштіші 40т, геометриялық көлемі 21 м^3, қуаты 367 кВт ЯМЗ-240Н дизельі орнатылған, БелАЗ-540 машинасы базасында жасалған машина болып табылады.

БелАЗ-548 автоөзітүсіргішінің асып-ілу қондырғысы, алты пневматикалық гидравликалық цилиндрлермен орындалған (екі цилиндр алдыңғы доңғалақтарда, ал қалған төртеуі артқы осьте орнатылған).

Шанақты көтеру екі буынды телескопты цилиндрлерден тұратын көтеру механизмімен жүзеге асырылады.

Осы БелАЗ-548 базасында БелАЗ-7525 көмір тасушы машинасы жасалған, оның жүк көтергіштігі 40 т. Шанақ көлемі 33 м^3 дейін үлкейтілген, мұнда да шанақты кеңейту, тиеу биіктігін арттыру және артқы борт салу арқылы осындай көлем жасалған.

БелАЗ-548 автоөзітүсіргішті ЭКГ-4,6 және ЭКГ -8И экскаваторларымен бір комплексте пайдаланған тиімді.



7.8-сурет. БелАЗ-549 автоөзітүсіргіші

БелАЗ-549 (7.8-сурет) автоөзітүсіргішінің жүк көтергіштігі 75т, дизель қуаты 660-770 кВт, БелАЗ машиналары базасында орындалған.

Ең басты айырмашылығы БелАЗ-549 машинасында электрлі механикалық трансмиссия жүйесі орнатылған. Тартқыш генератор артқы доңғалақтар күпшегінде орнатылған екі тартқыш қозғалтқыштарды тізбектеп тұрақты ток электр энергиясымен қоректендіреді.

Қозғалтқыш және генератор мотор астындағы рамаға орнатылған, олар бір тұтас дизель-генератор агрегатын құрайды. Моторлы доңғалақ редукторы екі қатарлы, дифференциалды. Барлық төрт доңғалақтардағы асып-ілу құрылғысы тәуелсіз, әрбір доңғалақта бір пневматикалық гидравликалық цилиндр қарастырылған. Жұмыстық тежеуіш жүйесінің гидравликалық жетегі бар, ол екі контурға бөлінген артқы және алдыңғы доңғалақтар үшін.

Жүргізуші кабинасы екі адамдық, жақсы қымталған, жылу және дыбыс өтпейді. Шанақ көлемі 35 $м^3$, яғни оған ЭКГ-8 және ЭКГ-12 экскаваторларымен жұмыс істеу тиімді болып саналады. Шанақты аудару механизмі гидравликалық, ол екі телескопты төрт буында цилиндрлермен жабдықталған.

БелАЗ-7519 (7.9 – сурет). автоөзітүсіргішінің жүк көтергішітігі 110 т, мотор астындағы рамада қуаты 955 кВт 8ДМ-21 қозғалтқышы және қуаты 630 кВт тұрақты токты тартқыш генераторы ГПА-600 орнатылған. Электрлі механикалық трансмиссия құрамында әрқайсысының қуаты 360кВТ болатын екі тартқыш қозғалтқышы бар.

Асып-ілу құрылғысы пневматикалық гидравликалық, әрбір доңғалақта бір цилиндрден орнатылған (алдыңғысы тәуелсіз, артқысы тәуелді). Шиналары камерасыз, өлшемі 33.00-51.

Шанағы шөміш сияқты, геометриялық көлемі 44м^3. БелАЗ-7519 автоөзітүсіргіші ЭКГ-8 және ЭКГ-12,5 экскаваторларымен жұмыс істегенде тиімді болып табылады.

БелАЗ-7519 машинасының негізгі конструкциялық ерекшелігі артқы доңғалақтарының тәуелді асып-ілу құрылғысының болуы, аудару механизм цилиндрлерінің рама аумағынан шығып кетуі, моторлы доңғалақтардағы үлкен беріліс қатынасы және тағы басқалары.



7.9-сурет. БелАЗ-7519 автоөзітүсіргіші

БелАЗ-7521 (7.10-сурет) автоөзітүсіргішінің жүк көтергіштігі 180т, доңғалақтық формуласы 4х2. Күштік қондырғы ретінде өзітүсіргіште қуаты 1690кВт 12 цилиндрлі дизель қозғалтқышы және айнымалы токты тартқыш генератор қолданылған. Дизель мен генератор мотор астындағы рамаға орнатылған. Электрлі механикалық трансмиссия түзеткіштен, тұрақты токты қозғалтқыштары бар ДК-724 екі моторлы доңғалақтан, іске қосып

реттеуші аппаратурадан тұрады. Асып-ілу құрылғысы пневматикалық гидравликалық, алдыңғысы тәуелсіз, ал артқысы тәуелді. Шиналары камерасыз, өлшемі 40.00-57.



7.10-сурет. БелАЗ-7521 автөзітүсіргіші

Рульдік басқару жүйесі гидравликалы. Алдыңғы доңғалақтар тежеуіші барабанды-қалыпты, ал артқы доңғалақтарда дискілі. Тежеуіштер жетегі гидравликалы.

Шанақ шөміш типтес, геометриялық көлемі 70м^3, ол ЭКГ-12,5 және ЭКГ-20 экскаваторларымен жұмыс жасауға арналған.

Қазіргі таңда «БелАЗ» компаниясы жүк көтергіштігі 320т болатын БелАЗ-75600 (7.11-сурет), сол сияқты әлемдегі ең үлкен, жүк көтергіштігі 450т болатын БелАЗ-75710 (7.12-сурет) маркалы автөзітүсіргішін жасап шығарды. Бұл дегеніңіз үш жүз Ford Focus-қа немесе 37 екі этажды автобусқа немесе екі жарым көк китке парапар деген сөз.



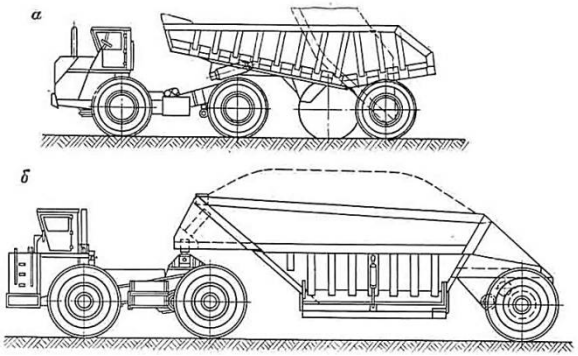
7.11-сурет. БелАЗ-75600 автөзітүсіргіші



7.12-сурет. БелАЗ-75710 автөзітүсіргіші

Автопоездар бұл жартылай тіркемесі бар тартқыштар түрінде жасалынады. Тартқыш ретінде автөзітүсіргіштердің базалық модельдерінің бірін пайдаланады. Жүк көтергіштігі артуына байланысты автопоездарда базалық автөзтүсіргіштермен салыстырғанда оның үлестік қуаты біршама төмендейді.

Карьерлік автопоездар конструкциялық орындалуына байланысты екі түрге бөлінеді: артымен түсіретін және түбі арқылы түсіретін болып (7.13 а,б-сурет).



7.13-сурет. Карьерлік автопоездардың сұлбалары:
а – жүкті артымен түсіретін; б – жүкті түбі арқылы түсіретін

Артымен түсіретін автопоезда шанақты аудару кезінде жартылай тіркеменің артқы доңғалақтары тартқыштың жетекші доңғалақтарына қарай жақындап жылжиды. Жартылай тіркеме конструкциясы рамасыз, осыған байланысты оның массасы аз болады.

Шанақ түбінен түсіретін автопоездар көмір тасуда кеңінен қолданысқа ие болды. БелАЗ-548 автоөзтүсіргіш базасында жүк көтергішітігі 65 т болатын автопоезд көмір тасушы машинасы жасалған. Автопоездың доңғалақтық формуласы 6х2, яғни жетекші үш остың біреуі ғана, сондықтан мұндай автопоездар жеңіл жағдайдағы жұмыстарда, жүк тиеу бағытында еңістік 40-50‰ аспайтын автомобиль жолдарында қолданылады.

75 тонналық өзітүсіргіш базасында жүк көтергіштігі 120 т, доңғалақтық формуласы 6х4 көмір тасушы автопоезд шығарылды.

Электрлі механикалық трансмиссияны қолдану арқасында төрт доңғалақты жетекші жасауға мүмкіндік туды (тартқыштың артқы доңғалақтары мен жартылай тіркеме доңғалақтары), бұл автомобильдің тартқыштық пайдалану сапасын арттыруға мүмкіндік берді. Олар 70-80‰ еңістерде тиімді жақсы жұмыс істейді.

Дизель қуаты және жүк көтергіштіктің артуына байланысты базалық автоөзітүсіргіштер агрегаттары орнына төрт тартқыш қозғалтқыштарды қоректендіретін қуаты үлкен генератор және қосымша іске қосып реттеуші аппаратуралар орнатылды.

Көмір тасушы автопоезд шанағы тұтас металды, түбінде көмірді түсіруге арналған люктерден тұрады. Жоғары бөлігінде бүйірлік борттар тік, ал төменгі бөлігі көлбеуленіп жасалған. Шанақтың түсіру люгі екі жақты қақпақпен жабылады. Екі жақты қақпақты ашу және жабу гидравликалық механизм көмегімен жүргізіледі.

Егерлі құрылғы шарнирлі қосылыс түрінде жасалған, кіндік темір (шкворня) тартқышта, ал тесік ұя жартылай тіркемеде орнатылған.

8. АВТОМОБИЛЬ КӨЛІГІНІҢ ТАРТҚЫШТЫҚ ЕСЕПТЕРІ

8.1. Тарту күші

Автомобиль көлігінің тартқыштық есептері, рельсті көліктегі сияқты жылжымалы құрамның қозғалысы кезінде оған әсер ететін барлық күштерді анықтауға негізделген.

Автомобильдің индикаторлық, жанамалық және пайдалы тарту күштері болады.

Индикаторлық тарту күші деп поршень қозғалысы кезінде және жанғыш қоспа сығылған кезде пайда болатын тарту күшін айтады.

Жанамалық тарту күші деп қозғаушы доңғалақтарда пайда болатын тарту күшін айтады. Жанамалық тарту күші қозғаушы және берілісті механизмдердегі күш жоғалымы алынып тасталған индикаторлық тарту күшіне тең.

Пайдалы тарту күші деп автомашина ілмегінде (ілгегінде) тарту кезінде пайда болатын күшті айтады.

Пайдалы күш автомобильдің өз қозғалысының кедергі күші алынып тасталған жанамалық күшіне тең.

Тартқыштық есептерде практикалық мақсаттар үшін жанамалық тарту күшінің мәндері пайдаланылады.

Цилиндрлердегі сұйық отынның мөлшерін өзгерту, беріліс қорабындағы беріліс сандарын өзгерту немесе генератордың қоздырылуын өзгерту арқылы белгілі қуат мәнінде реттелетін жанамалық тарту күші былай анықталады

$$F_{ж} = \frac{3600 \cdot N}{\upsilon} \cdot \eta_{к.ш} \cdot \eta_{т}, \text{ Н}, \qquad (8.1)$$

мұндағы N - қозғалтқыш қуаты, кВт; $\eta_т$ – айналдырушы моментті қозғалтқыш білігінен қозғаушы доңғалақтарға беретін трансмиссия п.ә.к. (гидравликалық трансмиссия кезінде $\eta_т$=0,7÷0,72; электрлі трансмиссия кезінде $\eta_т$=0,69÷0,71); $\eta_{к.ш}$ - қуаттың қосалқы қажеттіліктерге (желдеткіштің, компрессордың, рульдік басқару гидравликалық сорғышына,

ауаны тазалау жетектеріне) жұмсалатын шығынын ескеретін іріктелген қуат коэффициенті, $\eta_{к.ш}$=0,85÷0,88.

Тарту күшінің ең үлкен мәні F_{max}, қозғаушы доңғалақтардың жол қаптамасымен қабысу (ілінісу) шартымен шектеледі

$$F_{max} \leq 1000 P_к \cdot g \cdot \psi, \text{ Н}, \qquad (8.2)$$

мұндағы $P_к$ – автомобильдің қабысу (ілінісу) массасы, яғни қозғаушы доңғалақтарға түсірілетін масса, т; ψ - қабысу (ілінісу) коэффициенті; g - еркін түсу үдеуі, м/с^2.

Автомобильдің қабысу (ілінісу) массасы доңғалақтық формуламен анықталады. Доңғалақтық формуласы 4х2 болатын жүгі бар автөзітүсіргіштер үшін $P_к$=0,65·P, 6х2 формулалы автопоездар үшін $P_к$=0,4P, 6х4 формулалы автопоездар үшін $P_к$=0,7P тең болады. Мұндағы P – автомобильдің толық массасы, т.

Қабысу коэффициенті ψ ең алдымен жол қаптамасына және оның күйіне байланысты болады.

8.1-кесте

Қабысу коэффициентінің мәні

Жолдар	Қаптама қабысу коэффициенті	
	құрғақ	сулы
Асфальтты - бетонды және бетонды қаптамасы бар	0,7	0,45
Беті өңделген ұсақталған тасты қаптамасы бар	0,75	0,5
Забойлық тапталған	0,6	0,4-0,5
Үйінділік тапталған	0,4-0,5	0,3-0,4

Қармен жабылған жолдарда қабысу (ілінісу) коэффициенті 0,2-0,3 дейін, ал көк тайғақ мұзды жолдарда 0,15-0,2 дейін төмендеп кетеді.

8.2. Қозғалысқа кедергі күштері

Автомобиль қозғалысының жалпы кедергісі доңғалақтың жолмен дөңгелену W_0, ауалық W_a, еңістіктік W_i, қисықтық $W_к$ және бірқалыпсыз қозғалыс кезіндегі екпіндік W_j кедергілерінен құралады

$$W = W_0 + W_a + W_к + W_i + W_j, \text{ Н}, \tag{8.3}$$

Негізгі кедергі күші W_0 түзу горизонтальды учаскеде подшипниктердегі үйкелістен, шина деформацияларынан және жол қаптамасы мен доңғалақ арасындағы үйкелістен туады, ол былай анықталады

$$W_0 = \omega_0 \cdot P, \text{ Н}, \tag{8.4}$$

мұндағы ω_0 - үлестік негізгі қозғалыс кедергісі, Н/т, ол жолдың түрі мен қаптамасына байланысты анықталады. Мысалы, бетонды, асфальтты-бетонды қаптамалы жолдарда $\omega_0 = 150 - 200$; ұсақталған тасты, қиыршық тасты жолдарда $\omega_0 = 250 - 400$, забойлық қатты жыныста жолдарда $\omega_0 = 400 - 600$; забойлық жұмсақ, борпылдақ жыныста жолдарда $\omega_0 = 600 - 1000$; үйінділік қатты тасты жолдарда $\omega_0 = 900 - 1200$; үйінділік борпылдақ жыныста жолдарда $\omega_0 = 1200 - 2000$.

ω_0 келтірілген мәндері жүгі бар автомобильдер үшін арналған, ал бос жүксіз автомобильдер үшін бұл мәндер 20-25% артады.

Ауалық ортаның кедергі күші

$$W_a = \lambda_c F(\upsilon_a \pm \upsilon_{ж})^2, \text{ Н}, \tag{8.5}$$

мұндағы λ_c - автомобильдің сүйірлігін ескеретін коэффициент (карьерлік автоөзітүсіргіштер үшін $\lambda_c = 5{,}5 \div 7$); F – автомобильдің

тура (қарсы) бетінің ауданы, м^2 , (БелАЗ – 540 үшін F= 10,2 м^2; БелАЗ-548-11,6м^2, БелАЗ-549-17,2м^2, БелАЗ-7519 – 25,3м^2, БелАЗ-7521-31,4м^2); υ_a - автомобиль қозғалыс жылдамдығы, км/сағ; $\upsilon_{ж}$ - автомобильдің қозғалыс бағытына параллель жел жылдамдығы, км/сағ.

Ауалық кедергі күші υ_a мен $\upsilon_{ж}$ қосындысы 15 км/сағ асқан кезде ескеріледі.

Жолдың еңістігінен болатын кедергі күші

$$W_i = \omega_i P,\ \text{Н}, \tag{8.6}$$

мұндағы $\omega_i = g \cdot i$ - үлестік еңістік кедергі күші, Н/т.

Жолдың қисықтық кедергі күші R<50-70м болғанда мына формуламен анықталады

$$W_к = 300\frac{200 - R}{200} \cdot R,\ \text{Н}, \tag{8.7}$$

мұндағы R - жолдың қисықтық радиусы, м.

Үлкен радиусты бұрылыстарда кедергі күші

$$W_к = (0{,}05 - 0{,}08)W_i,\ \text{Н}. \tag{8.8}$$

Автомобильдің айналыстағы массасынан туатын екпін немесе инерциялық кедергі күші

$$W_j = 100P(1+\gamma)\frac{d\upsilon}{dt},\ \text{Н}, \tag{8.9}$$

мұндағы γ - автомобильдің трансмиссия түріне байланысты коэффициенті, (гидравликалық трансмиссиялы жүгі бар автомобиль үшін $\gamma = 0{,}03 \div 0{,}01$; бос жүксіз автомобиль үшін $\gamma = 0{,}085 \div 0{,}07$, ал электрлі механикалық трансмиссиялы жүгі бар автомобиль үшін $\gamma = 0{,}1 \div 0{,}015$.

8.3. Автокөлік қозғалысының теңдеуі

Автокөлік кезіндегі қозғалыс теңдеуі автомобиль қозғалысын ұйымдастыру және пайдалануға байланысты есептерді шығару үшін қызмет атқарады. Атап айтқанда қозғалыс жылдамдығын және белгілі бір учаскені жүріп өту уақытын, тежеу жағдайлары мен нәтижелерін, тіркемелер массасын анықтау үшін пайдаланылады.

Қозғалыс кезінде әсер ететін барлық күштерді былай өрнектеуге болады, яғни жалпы қозғалыс теңдеуі

$$F_ж = W_0 \pm W_i + W_a \pm W_j + W_к, \text{ Н}. \quad (8.10)$$

Бұл формуланы түрлендіріп былай жазуға болады

$$F_ж - W_a = W_0 \pm W_i \pm W_j + W_к, \text{ Н}. \quad (8.11)$$

Осыдан автомобиль қозғалысының теңдеуін былай жазуға болады

$$\frac{F_{ж} - W_a}{P} = \omega_0 \pm gi \pm j + \omega_к, \text{ Н/т}, \quad (8.12)$$

мұндағы Р – автомобильдің толық массасы (автопоездарда оның тіркеме бөлігін қосып алғанда), т; j – айналмалы массалардың инерция коэффициентін ескеретін автомобильдің салыстырмалы үдеуі (баяулауы), м/с^2. Ол былай өрнектеледі

$$j = 1000(1+\gamma)\cdot a, \text{ м/с}^2, \quad (8.13)$$

мұндағы a – автомобильдің үдеуі (баяулауы), м/с^2.

Теңдеудің сол жағындағы артылған тарту күшінің жылжымалы құрамның массасына қатынасы динамикалық фактор деп аталады, яғни

$$\frac{F_{ж} - W_a}{P} = Д, \text{ Н/т}, \quad (8.14)$$

немесе

$$Д = \omega_0 \pm gi \pm j, \text{ Н/т}. \quad (8.15)$$

Қозғалыс режиміне байланысты әртүрлі кездейсоқ жағдайлар болуы мүмкін:

түзу сызықты учаскеде бірқалыпты қозғалыс, $j = 0$

$$Д = \omega_0 \pm g \cdot i \ ; \tag{8.16}$$

жұмыс істеп тұрған қозғалтқышпен еңістен төмен қарай қозғалғанда

$$Д = \omega_0 - g \cdot i + j \ , \tag{8.17}$$

(салыстырмалы үдеу $j = Д - \omega_0 + g \cdot i$);

қозғалтқыш өшіріліп екпінмен қозғалғанда, яғни $F_ж$=0:

$$-\frac{W_a}{P} = \omega_0 - gi + j, \tag{8.18}$$

(салыстырмалы үдеу $j = g \cdot i - \omega_0 - \frac{W_a}{P}$, бұл кезде ол автомобиль жолының еңісіне байланысты оң немесе теріс болуы мүмкін);

тежеу кезінде қозғалыс

$$\frac{-B - W_a}{P} = \omega_0 - gi + j, \tag{8.19}$$

мұндағы В – автомобильдің тежеуіш күші, кН.

Салыстырмалы үдеу бұл жағдайда теріс болады

$$-j = \frac{B + W_a}{P} - g \cdot i + \omega_0 \ . \tag{8.20}$$

Тежеуіш күш доңғалақтың жол қаптамасымен қабысу (ілінісу) шарты бойынша шектеледі, яғни бұл шектен артық болғанда сырғынау қозғалысы (юз) пайда болады. Сырғанау болмау үшін $B \leq 1000g \cdot P_к \cdot \psi$ болуы керек.

Ауалық орта кедергісін елемей, мынаны аламыз

$$-j = 1000g \cdot \psi - g \cdot i + \omega_0 . \tag{8.21}$$

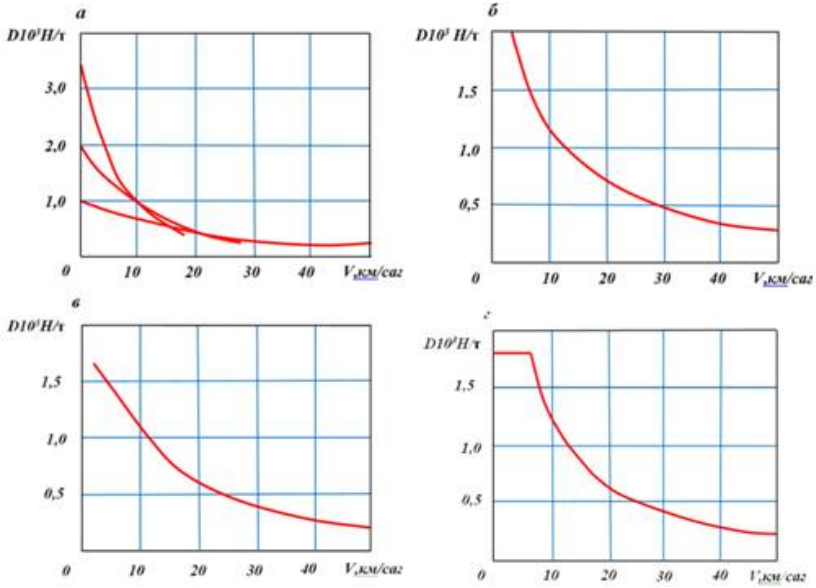
Динамикалық фактор доңғалақтың жол қаптамасымен қабысу шартымен шектеледі, мұны былай жазуға болады

$$Д_{\max} \le \frac{F_{\max} - Wa}{P}, \qquad (8.22)$$

немесе

$$Д_{\max} \le \frac{P_к}{P} g \cdot \psi - \frac{W_a}{P} \ . \qquad (8.23)$$

Динамикалық фактордың автоөзітүсіргіштің қозғалыс жылдамдығына байланыстылығы график түрінде тартқыштық немесе динамикалық сипаттамамен өрнектеледі (8.1 – сурет) [16]. Тарту күшінің жылдамдыққа байланыстылығын динамикалық сипаттама көмегімен өрнектей отырып, автомобиль қозғалысына байланысты барлық есепті шешуге болады.



8.1-сурет. Автоөзітүсіргіштердің динамикалық сипаттамалары:
а – БелАЗ-540; б – БелАЗ-549; в – БелАЗ-7519; г – БелАЗ-7521

Оларға белгілі динамикалық факторы бойынша ең үлкен бірқалыпты қозғалыс жылдамдығын анықтау, берілген берілісте автомобильдің жеңе алатын ең үлкен кедергісін анықтау, динамикалық фактор бойынша ең үлкен жол өрін (‰) анықтау

$$i_{\max} = \frac{Д_{\max} - \omega_0 - j}{g} \tag{8.24}$$

Автомобиль жолдарының шектік өрі әдетте есептік учаскедегі қозғалыс жылдамдығымен және қолайсыз климаттық жағдайларда жолмен ілінісу (қабысу) шарттарымен шектеліп отырады.

8.4. Тартқыштық есептері

Автопоездың массасы. Автоөзітүсіргіштің бір өзі қозғалған кезде оның массасы жүк көтергіштікпен және ыдыстың массасымен анықталады.

Тіркемелерді пайдаланған кезде тіркеме бөліктің толық массасы былай анықталады

$$Q_{\text{т}} = \frac{F_{ж} - P(\omega_0 \pm gi)}{\omega_0 \pm gi},\ \text{т}. \tag{8.25}$$

Тежеуіш жолының есебі. Қалыпты тежеуіш барабанына басу нәтижесінде пайда болатын тежеуіш күші кезінде қозғалушы машинаның кинетикалық энергиясы кедергі күш жұмысымен жұтылып кетеді, мұны былай жазуға болады

$$\frac{P(\upsilon_б^2 - \upsilon_c^2)}{2 \cdot 3{,}6^2 \cdot g} = \left(B + W_0 \pm W_i\right) \cdot S_{\text{т}}, \tag{8.26}$$

мұндағы $S_{\text{т}}$ – тежеу жолы, м; $\upsilon_б$, υ_c – автомобильдің бастапқы және соңғы қозғалыс жылдамдықтары, км/сағ.

(8.26) формуласынан $S_{\text{т}}$ шамасын анықтаймыз.

$$S_{\text{т}} = \frac{(1+\gamma) \cdot \upsilon^2}{2 \cdot 3{,}6^2 \left(g \cdot \psi + \omega_0 \pm g \cdot i\right)},\ \text{км}. \tag{8.27}$$

Автомобильдің қозғалыс жылдамдығы мен уақыты автокөлік жұмыстарындағы маңызды пайдалану көрсеткіштері болып саналады.

Қозғалыс жылдамдықтары конструкциялық, техникалық және пайдалану жылдамдықтары болып бөлінеді.

Конструкциялық жылдамдық деп автомобильдің толық күшпен жолдың горизонталь учаскесінде дамыта алатын ең үлкен рұқсат етілген жылдамдықты айтады.

Техникалық жылдамдық деп берілген жол учаскесі ұзындығының оны автомобильдің өту уақытына қатынасын айтады.

Пайдалану жылдамдығы деп өтілген жол ұзындығының қозғалысқа, тиеуге және түсіруге арналған тоқтауларға, сол сияқты кідірістерге жұмсалған жалпы уақытқа қатынасын айтады.

Автомобиль көлігінде тартқыштық есептеулер кезінде техникалық жылдамдықты пайдаланады.

Жолдың әр учаскесіндегі техникалық жылдамдықты динамикалық сипаттама бойынша анықтауға болады

Жолдың қисық сызықты учаскелерімен қозғалыс кезінде қауіпсіз жылдамдықты былай анықтауға болады

$$\upsilon_{кау} = 3{,}6\sqrt{g \cdot R(f_c \pm i_б)}\text{ , км/сағ,} \qquad (8.28)$$

мұндағы R – бұрылыс радиусы, м; $f_ñ = 0{,}3 \div 0{,}45$ – бүйірлік сырғанау коэффициенті; $i_á = 0{,}03 \div 0{,}06 -$ бұрылыстағы көлденеңдік еңістік.

Әр учаскедегі белгілі қозғалыс жылдамдығы бойынша осы учаскелердегі қозғалыс уақытын $t_{қоз}$ анықтайды

$$t_{қоз} = \sum t_{ж} + \sum t_{б} = 60\sum \frac{S_{ж}}{\upsilon_{ж}} + \sum \frac{S_{б}}{\upsilon_{б}}\text{ , мин,} \qquad (8.29)$$

мұндағы $\sum t_{ж}$ және $\sum t_{б}$ – жүк тиелген және бос бағыттағы автомобиль қозғалысының жалпы уақыты, мин; $\sum S_{ж}$ және $\sum S_{á}$ – жүк тиелген және бос бағыттағы жолдың жалпы ұзындығы, км; $\sum \upsilon_{æ}$ және $\sum \upsilon_{á}$ – жүк тиелген және бос бағыттағы жалпы

қозғалыс жылдамдығы, км/сағ .

Сұйық отын (жанармай) шығыны автомобильдің жүкті тасымалдағанда жұмсалатын жұмысымен анықталуы мүмкін.

Терең карьерден жүкті төменнен жоғары тасымалдағанда жұмыс А былай анықталады:

$$A = (q + q_{т})(\omega_0 S + gH) + q_{т}(S - S_{т}) \cdot \omega_0 \text{, Дж.} \qquad (8.30)$$

Жүкті жоғарыдан төмен тасымалдаған кезде

$$A = q_{т}(\omega_0 S + gH) + (q + q_{т})(S - S_{т}) \cdot \omega_0 \text{, Дж,} \qquad (8.31)$$

мұндағы q – автомобильдің жүк көтергіштігі, т; $q_{т}$ - автомобиль ыдысының массасы, т; ω_0 – негізгі үлестік қозғалыс кедергісі, Н/т; S – тасымалдау арақашықтығы, м; Н – жүкті көтеру биіктігі (немесе бос автомобильдің түсу биіктігі), м; $S_{т}$ – автомобильдің тежеу жүргізілген учаскелерінің ұзындығы, м.

Сұйық отын шығынын есептеу үшін мына қатынас пайдаланылады. 1ккал = 4186,8 Дж.

Сонда отынның есептік шығыны E_E

$$E_E = A\frac{1}{4186{,}8 q_{i.ê} \cdot \eta} \text{, л,} \qquad (8.32)$$

мұндағы $q_{о.к}$ – дизельдік отынның қызу шығару мүмкіндігі, ($\approx$ 10000ккал/кг); η-іштен жанатын қозғалтқыштың және трансмиссияның п.ә.к.

Іс жүзіндегі отын шығыны

$$E_{ic} = E_E \cdot k_{кыс} \cdot k_{кажс} \cdot k_{м} \text{ , л,} \qquad (8.33)$$

мұндағы $k_{кыс}$ – отын шығынының қыс мезгілінде 10% артуын ескеретін коэффициент; $k_{кажс}$ – жанармайдың гараж ішіндегі қажеттерге жұмсалатын шығынды ескеретін коэффициент (реттеу, жүргізіп жаттықтыру және тағы басқалар), ол 100км жүру жолына жұмсалатын отының 6% құрайды; $k_i = 1{,}05 \div 1{,}1$ – манёврлерге жұмсалатын отын шығынын ескеретін коэффициент.

8.5. Пайдалану есептері

Автомобильдің айналым (рейс) уақыты

$$T_{айн} = t_{ти} + t_{тус} + t_{м} + t_{ж} + t_{б}\text{, мин,} \qquad (8.34)$$

мұндағы $t_{ти}$ – автомобильді тиеу уақыты, мин; $t_{тус}$ – автомобилдің жүгін түсіру уақыты, мин; $t_{м}$ – тиеу және түсіру кезінде манёврлерге кететін уақыт, мин; $t_{ж}, t_{б}$ - жүк тиелген және бос бағыттағы қозғалыс уақыты, мин.

Автомобильді тиеу уақыты $\gamma_к > q_a / V_a$ болғанда былай анықталады

$$t_{Tè} = \frac{q_a}{Ý_â} = \frac{q_a \cdot t_ö}{0{,}9 \cdot V_ø \cdot k_T \cdot \gamma_ê} = \frac{q_a \cdot k_ê}{0{,}9 \cdot V_ø \cdot k_T \cdot \gamma} \cdot t_ö\text{, мин,} \qquad (8.35)$$

$\gamma_к < q_a / V_a$ болғанда

$$t_{Ти} = \frac{V_a}{Э_0} = \frac{V_a}{0{,}9 V_ш \cdot k_T} \cdot t_ц\text{ , мин,} \qquad (8.36)$$

мұндағы $Э_в$ – экскаватордың техникалық өнімділігі, т/сағ; $Э_0$ – экскаватордың көлемдік техникалық өнімділігі, м^3/сағ; V_a – автомобиль шанағының көлемі, м^3; $t_ц$ – экскаватордың жұмыстық цикл уақыты, мин; $V_ш$ – экскаватор шөмішінің сыйымдылығы, м^3; $\gamma_к, \gamma$ – тасымалданатын жүктің қопсытылған күйіндегі және массивтегі тығыздығы, т/м^3; $k_к$ – шанақтағы жүктің қопсытылу коэффициенті; k_T – автомобиль шанағының толтырылу коэффициенті.

Түсіру уақыты автоөзітүсіргіштер үшін $t_{тус} = 40 - 50c$, ал автопоезд үшін $t_{òó ñ} = 35 - 40c$. Манёвр жасау уақыты $t_i = 0 - 100c$ аралығында болады.

Автомобильдердің жүк тиелген және бос бағыттағы қозғалыс уақыты

$$t_{ж} + t_{б} = \left(\frac{60S_{ж}}{\upsilon_{ж}} + \frac{60S_{б}}{\upsilon_{б}} \right) \cdot k_{уд.б} \text{ , мин ,} \qquad (8.37)$$

мұндағы $S_{ж}$ және $S_{б}$ – сәйкесінше, жүк тиелген және бос бағыттағы тасымалдау жолының ұзындығы км; $\upsilon_{ж}$, $\upsilon_{б}$ – сәйкесінше, жүк тиелген және бос бағыттағы қозғалыс жылдамдығы, км/сағ; $k_{уд.б}$ – автомобильдің орнынан қозғалу және баяулауларын ескеретін коэффициент.

Автомобиль көлігі жұмысының пайдалану көрсеткіштеріне дайындық коэффициенті, техникалық пайдалану коэффициенті, техникалық дайындық коэффициенті, автомобиль паркін пайдалану коэффициенті, жүрісті пайдалану коэффициенті, жүк көтергіштікті пайдалану коэффициенті жатады.

Дайындық коэффициенті

$$k_{Д} = \frac{T_0}{T_0 + t_{кал}}, \qquad (8.38)$$

мұндағы T_0 – екі бұзылу арасындағы уақыт; $t_{кал}$ – қалпына келтірудің орташа уақыты.

Техникалық пайдалану коэффициенті

$$k_{Т.П} = \frac{T_{ж}}{T_{ж} + t_{жан} + t_{кыз}}, \qquad (8.39)$$

мұндағы $T_{ж}$ – парктегі барлық автомобильдердің қосынды жұмыс істеген уақыты; $t_{жан}$ – парктегі барлық автомобильдердің жоспарлы және жоспарсыз жөндеу салдарынан бос тұрған уақыты; $t_{кыз}$ – парктегі барлық автомобильдердің жоспарлы және жоспарсыз техникалық қызмет көрсету салдарынан бос тұрған уақыты.

Техникалық дайындық коэффициенті

$$K_{Т.Д} = N_{ж} / N_{Тіз}, \qquad (8.40)$$

мұндағы $N_{ж}$ – техникалық бұзық емес автоөзітүсіргіштер саны; $N_{Тіз}$ – карьердегі автоөткізгіштердің тізімдік саны.

Автопаркті пайдалану коэффициенті

$$k_{П.П} = n_{ж} / n_{ш}, \qquad (8.41)$$

мұндағы $n_{ж}$ – бір уақыт аралығындағы автоөзітүсіргіштер жұмысының машина – сағат саны; $n_{ш}$ – автоөзітүсіргіштердің автошаруашылығындағы болуының машина-сағат саны.

Жүрісті пайдалану коэффициенті

$$\beta = \frac{S_{ас}}{S_{ж} + S_{б}}, \qquad (8.42)$$

Жүк көтергіштікті пайдалану коэффициенті

$$k_{ж.к} = \frac{q_{іс}}{q_{а}}; \quad k_{ор.ж.к} = \frac{\sum q_{іс}}{\sum r_{р} \cdot q_{а}}, \qquad (8.43)$$

мұндағы $q_{іс}$ – іс жүзіндегі тасымалданатын жүк мөлшері; $q_{а}$ – автомобильдің жүк көтергіштігі; $r_{р}$ – автомобильдің рейстер саны.

Автоөзітүсіргіштің аусымдық (сменалық) техникалық өнімділігі

$$Q_{см} = q_{а} k_{Д} \cdot \frac{T_{см}}{T_{р}}, \quad \text{т/аусым}, \qquad (8.44)$$

мұндағы $T_{см}$ – аусым ұзақтығы, сағ; $T_{р}$ – рейс уақыты, сағ.

$$T_p = \frac{S_ж + S_б}{\upsilon_{T.кел}} + t_{T.Тус} = \frac{S_ж}{\beta \cdot \upsilon_{T.кел}} + t_{T.Тус} \quad \text{, сағ,} \qquad (8.45)$$

мұндағы $\upsilon_{T.кел}$ – келтірілген техникалық жылдамдық, км/сағ; $t_{T.Тус}$ – манёврді есептегенде тиеп-түсіру операциясының уақыты, сағ.

Түрлендірулерден кейін алатынымыз

$$Q_{см} = \frac{q_a \cdot k_Д \cdot T_{см} \cdot \beta \cdot \upsilon_{T.кел}}{S_ж + \beta \cdot \upsilon_{T.кел} \cdot t_{T.Тус}}, \quad \text{т/ аусым ,} \qquad (8.46)$$

Аусымдық пайдалану өнімділігі

$$Q_{см.П} = Q_{см} \cdot k_у \text{ , т/ аусым ,} \qquad (8.47)$$

мұндағы $k_у = \frac{T_{см} - T_{бос}}{T_{см}}$ - аусымдық уақытты пайдалану коэффициенті, ($k_у = 0{,}7 \div 0{,}8$); $T_{бос}$ – автомобильдің технологиялық емес бос тұру уақыты, сағ.

Бір экскаваторға жұмыс істейтін автомобильдер саны

$$N_ж = \frac{T_ж}{t_{ти}} = \frac{t_{ти} + t_{коз} + t_{тус} + t_м}{t_{ти}} = \frac{t_{коз} + t_{тус} + t_м}{t_{ти}} + 1, \qquad (8.48)$$

немесе

$$N_ж = 1 + \frac{\left(S_ж + t_{тус}\beta \cdot \upsilon_{т.кел} + t_м \cdot \beta \cdot \upsilon_{T.кел}\right) \cdot Э_0 \cdot \gamma_{мас}}{\beta \cdot \upsilon_{т.кел} \cdot q_a}, \qquad (8.49)$$

мұндағы $\gamma_{мас}$ – массивтің тығыздығы, т/м^3.

Парктің тізімдік автомобильдер саны

$$N_{а.т.з}=N_ж/k_{т.п} \text{ .} \qquad (8.50)$$

Бір экскаваторға жұмыс істейтін жұмысшы автомобильдер саны автомобиль көлігінің шығынын анықтайтын фактор болып табылады. (8.49) формуласынан көрініп тұрғандай жұмысшы автомобильдер санына бірінші кезекте тасымалдау ұзындығы, технологиялық бос тұру уақыты мен экскаватор өнімділігі ықпал етеді. Қозғалыс жылдамдығы мен автомобильдердің жүк көтергіштігі артқан кезде олардың саны азаяды.

Автомобиль жолдарының өткізгіштік қабілеті бір бағытта қозғалған кезде

$$N_{\text{ñ}} = \frac{60}{k_{\text{áiðê}} \cdot t_{\text{àð}}} = \frac{1000 \cdot \upsilon}{k_{\text{áiðê}} \cdot S}, \text{ автом/сағ}, \qquad (8.51)$$

мұндағы $N_{\text{с}}$ – бір сағатта өткен автомобильдер саны, автом/сағ;

$k_{\text{бірк}}$ –қозғалыстың біркелкісіздік коэффициенті;

$t_{\text{ар}}$ – автомобильдер арасындағы уақыт аралығы, мин;

υ - есептік қозғалыс жылдамдығы, км/сағ;

S – бірінің артынан бірі қозғалған автомобильдердің аралық қашықтығы, м.

$$S = \frac{\upsilon \cdot t}{3{,}6} + \frac{\upsilon^2 (1+\gamma)}{2 \cdot 3{,}6^2 (g \cdot \psi + \omega_0 \pm g \cdot i)} + l_a, \qquad (8.52)$$

мұндағы $t = 0{,}3 \div 0{,}5$ – жүргізушінің реакция уақыты, с; l_a – автоөзітүсіргіштердің ұзындығы, м; γ – айналмалы массалар инерциясының коэффициенті.

Тасып өткізу қабілеттілігі

$$M_a = \frac{N_y}{f} \cdot q_a, \text{ т}, \qquad (8.53)$$

мұндағы N_y – шектелген жол учаскесіндегі өткізгіштік қабілеті, автомобильдер/тәулік; $f = 1,75 \div 2$ - өткізгіштік қабілетінің қор коэффициенті; q_a – автомобильдердің жүк көтергішітігі, т.

9. КАРЬЕРЛІК КОНВЕЙЕР КӨЛІГІ

9.1. Конвейер көлігінің қолдану аймағы және сұлбалары

Қазіргі уақытта ашық кен қазу жұмыстарында конвейер көлігі темір жол және автомобиль көлігіне қарағанда өте аз қолданылады. Бірақта жаңа және жобаланып жатқан карьерлерде конвейер көлігін қолдану немесе олардың басқа көлік түрлерімен бірге пайдалану қарастырылып жатыр. Карьерлерде конвейер көлік құралы ретінде тек қана таспалы конвейерлер қолданылады.

Басқа тасымалдау көліктеріне қарағанда конвейер көлігі жүктің ағымдық әсерімен ерекшеленеді, яғни жүктер үзіліссіз ағыспен тасымалданады. Тасымалдау қашықтығы ұлғайған кезде конвейер көлігінде күрделі шығындар өсіп, оны қолдануды шектеп отырады.

Екінші бір шектеуші фактор, ол карьерлердегі кейбір тасымалданатын жүктердің қасиеттері. Мысалы қатты тасты ірі кесекті және абразивті тау-кен массасын типтік таспалы конвейерлермен тасымалдағанда таспа мен роликті тіреуіштер бір-бірін соққылап, олардың жұмыс істеу мерзімін қысқартып, тез бұзылып, сынуына, тозуына алып кеп соғады. Мұндай жағдайларда конвейер көлігі рентабельді болмай қалуы мүмкін. Сол сияқты өте ылғалды, жабысқақ тау-кен жыныстарын мысалы, қатты суланған топырақ, бор және басқаларды конвейермен тасымалдағанда көптеген қиындықтар туады.

Бірақта мұндай шектеулерге қарамастан конвейер көлігінің нәтижелі қолдану аймағы карьерлерде өте кең.

Конвейер көлігінің негізгі артықшылықтарына мыналар жатады: үздіксіздігі мен автоматтылығы; автомобиль және локомотивтердегі сияқты тұрақты әрдайым басқарып отырудың керек еместігі, осының арқасында еңбек қажеттілігі азайып, ал онымен бірге пайдалану шығындары төмендейтін болады.

Таспа ені 2,5-3м, ал жылдамдығы 6-8м/с болатын таспалы конвейерлер үшін өнімділігі 25-30 мың.м^3 /сағ болатын қондырғыларға қызмет жасау аса бір қиыншылықтар тудыра алмайды. Сонымен бірге өнімділік артқан сайын конвейер көлігінің меншікті (үлестік) құны азайып, оның нәтижелі

экономикалық ұзындығы өседі. Қазіргі уақытта жоғары өнімділікті конвейер көліктері ұзындығы 10-15км жететін қашықтыққа тасымалдау жұмыстарын ойдағыдай атқарып жатыр. Сол сияқты ұзындығы 100км жететін істеп жатқан конвейерлер де бар.

Конвейер көлігінің қолдану аймағының кеңеюіне себепкер болатын тағы бір бағыт ол карьерлердің тереңдігінің артуы.

Кейбір кен орындарындағы карьерлердің тереңдігі қазіргі уақытта 200-250м жетіп жатыр, ал болашақта оларды 400-500м дейін тереңдету белгіленіп отыр. Карьерден жоғары көтерілген таспалы конвейерлердің кәдімгі түрлерінің еңістік бұрышы 16-18^0 немесе 300-320‰ құрайды. Бұл темір жол және автомобиль көліктерінің рұқсат етілген еңістік бұрыштарынан бірнеше есе артық. Бұл өз кезегінде көлік коммуникациясының ұзындығын және шығар траншея құрылысындағы немесе көлбеу оқпандардағы тау-кен күрделі жұмыстарының көлемін едеуір азайтуға мүмкіндік жасайды.

Терендігі 150-200 м болатын үзілісті көлік түрлері қолданылатын карьерлерде, экономикалық көрсеткіштер бойынша олар конвейер көлігімен бәсекелесе алмайтынын есептеулер дәлелдеп отыр.

Карьерлік конвейер көлігінің сұлбалары мынадай факторларға байланысты болады: тау-кен техникалық жағдайларына, кен орнын аршу және қазу жүйелеріне, бос жыныстық және кенді өндіру жабдықтарына, карьердің өндірістік қуатына.

Негізгі белгісі бойынша, атап айтқанда қазылып жатқан тау-кен жынысының қасиеттері, қазу тәсілі, қолданылатын экскаваторлар мен тиегіш машиналар түрлері бойынша конвейерлі көлік сұлбаларын ірі екі негізгі топқа бөлуге болады:

1) жұмсақ және борпылдақ жыныстарды үздіксіз әсер ететін роторлы немесе көп шөмішті шынжырлы экскаваторлармен қазып алу кезінде қолданылатын конвейер көлігінің сұлбасы;

2) қатты және жартылай қатты жыныстарды бұрғылап қопару тәсілімен және забойда бір шөмішті экскаваторлармен немесе тиегіш машиналармен тиеу кезінде қолданылатын конвейер көлігінің сұлбасы.

Бірінші сұлбада тасымалданатын жүк роторлы немесе көп шөмішті шынжырлы экскаватордан тікелей конвейерге беріледі. Ал екінші сұлбада қопсытылған бос жыныс немесе пайдалы қазба

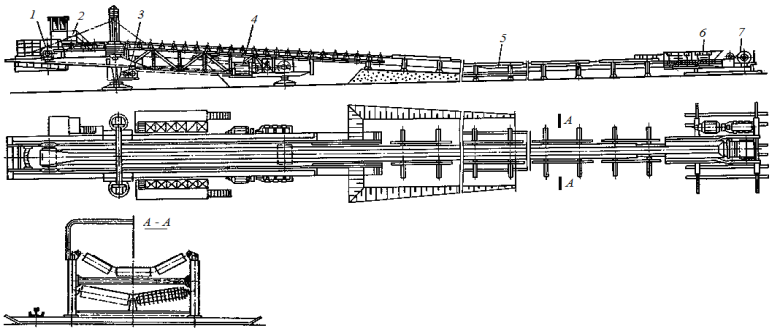
бір шөмішті экскаваторлармен қабылдаушы бункерлерге, одан түсіруші қондырғылар арқылы конвейерге беріледі. Кейде бункерлер алдында ұсақтаушы қондырғылар орнатылады [17-18].

Конвейер көлігі сол сияқты жер бетінде бос жыныстарды үйіндіге дейін, ал пайдалы қазбаларды тұтынушыларға ЖЭС немесе металлургия заводтарына тасымалдау үшін де қолданылады.

Таспалы конвейерлер роторлы, көп шөмішті шынжырлы экскаваторларда, үйінді жасаушыларда, қайта тиегіштерде негізгі тасымалдаушы жұмысшы мүше ретінде қолданылады.

9.2. Таспалы конвейердің негізгі бөлімдері

Таспалы конвейр мынадай бөлімдерден тұрады (9.1-сурет): бас немесе бастапқы және соңғы жетектерден; жеке секциялардан тұратын рамадан; жоғарғы және төменгі роликті тіреуіштерден; резеңкелі таспадан; конвейер соңында орнатылған тиеу құрылғысынан; конвейер басында орналасқан түсіруші құрылғыдан, әдетте ол жылжымалы екі барабанды түсіруші арба болады. Осыдан басқа конвейер комплектісіне арнайы таспаның жүрісін центрлеуші роликті тіреуіштер, таспаны тазалаушы құрылғы, таспаны ұстап алушы құрылғы, электрлі басқару аппаратурасы, автоматты (қадағалау) бақылау, сигнал беру жүйелері және тағы басқалары кіреді.

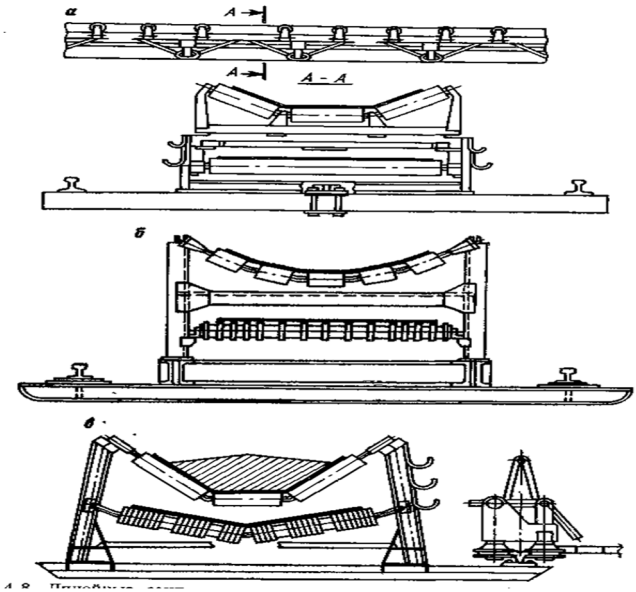


9.1-сурет. Ашық кен қазу жұмыстарына арналған таспалы конвейер:
1 – бас (түсіруші) барабан; 2 – басқару аппаратурасының стенді;
3 – керме құрылғысы; 4 – бас (бастапқы) жетек;
5 – сызықтық секция; 6 – тиеу құрылғысы; 7 – соңғы жетек

Конвейерлік таспа бір уақытта жүк алып жүруші және тартқыш мүше қызметін атқарады. Конвейерлік таспаға қойылатын негізгі талаптар: бойлық беріктігі; бойлық иілгіштігі; көлденеңдік иілгіштігі; тесілуге, жұқаруға қарсы кедергілерінің жоғары болуы; төменгі және жоғарғы температураларға төзімділігі, міне осы талаптарға сай болуы керек.

Таспаның бойлық беріктігін қамтамасыз ету мақсатында оны бірнеше қабат матадан, синтетикалық материалдардан жасайды, олар бір-бірімен резеңкемен немесе каучукпен жабыстырылады. Сол себепті оны резеңкелі маталы таспа деп атайды. Сол сияқты резеңкелі сым арқанды түрлері болады. Бұл кезде төсемдер арасына ұзына бойы майда болат сымдардан иірілген сым арқандар жүргізіледі.

Роликті тіреуіштер конвейердің таспасын бүкіл ұзына бойы ұстап тұру үшін қызмет атқарады. Жүкті тарамда үш роликті тіреуіштер (кейде кең таспаларда бес роликті тіреуіштер), ал бос тарамда бір немесе екі роликті тіреуіштер орнатылады (9.2, а-сурет).



9.2-сурет. Жылжымалы таспалы конвейерлердің сызықтық секциялары

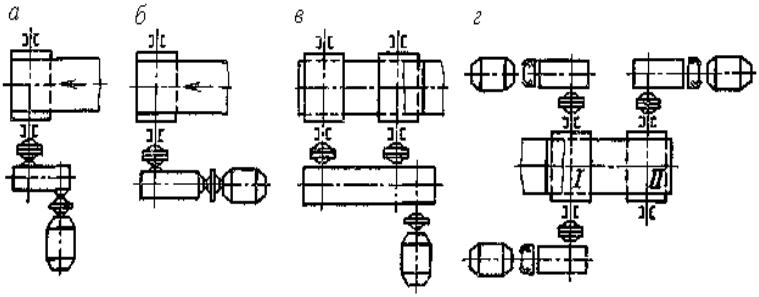
Бүйірлік роликтер жүкті тарамда $15\text{-}35^0$ бұрышпен, кей жағдайларда 45^o бұрышпен орнатылады. Бұл таспа ені бірдей болған жағдайда оның өнімділігін арттырады және оның центрленуін жақсартады. Бос тарамда екі роликті тіреуіштерді еңкіштік бұрышын $10\text{-}12^o$ етіп орналастырып қолдану таспаның центрленуін жақсартады (9.2,в-сурет).

Көшпелі (жылжымалы) конвейерлер секциялары бекітілетін шпалдар өзара бір немесе екі бойлық рельстермен қосылады.

Таспаға жүкті центрлемей салғанда, ол бір жағына бұрылып қисайып роликті тіреуіштерден шығып кетуі мүмкін, осыны болдырмау үшін центрлеуші роликті тіреуіштер қолданылады.

Центрлеуші роликті тіреуіштер таспаны орталық жағдайына орнына қайтару үшін қызмет атқарады.

Таспалы конвейердің негізгі бөлігі болып саналатын жетекші станция немесе жетек бір немесе екі жетекші барабаннан тұратын жетекші блоктарды (шығырларды) айналысқа түсіру үшін қызмет атқарады. Олар электр қозғалтқыштан, редуктордан, қосқыш муфталар мен тежеуіштерден тұрады (9.3-сурет.) Осыдан басқа жетекші станция рамасына барабанның таспасын ауытқытушы, таспаны, барабанды тазалаушы құрылғылар, іске қосу және сигнал беру аппаратуралары, ал кейде керуші құрылғы орнатылады.



9.3-сурет. Таспалы конвейердің жетегіндегі жетекші блоктардың орналасу сұлбалары

Таспалы конвейерлердегі керуші құрылғы таспа мен барабан арасындағы қажетті үйкелісті жасау үшін, таспаны керу, сол сияқты таспа роликті тіреуіштер арасында салбырап кетпес үшін қызмет атқарады.

Керуші құрылғы жетекке келуші тарамда жетек маңында немесе конвейердің сонғы жағында орнатылады, сонда артқы барабан керуші болып табылады.

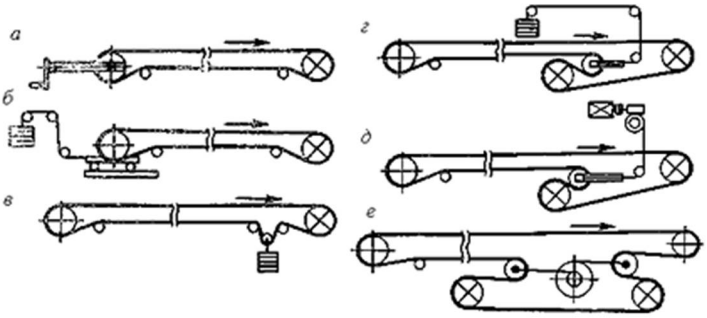
Керуші құрылғы керу күшін жасау тәсілі бойынша қолдық, жүктік және механикалық болып бөлінеді.

Қолдық керуші құрылғы әдетте бұрандалы болып келеді (9.4,а-сурет), оны конвейердің артқы бөлігінде орнатады. Олар жинақы болып келеді, бірақ жүрісі аз болады және тек қысқа конвейерлерде қолданылады, мысалы қайта тиегіштерде. Олардың кемшілігі – таспаның созылу салдарынан керілудің босаңсуы және оны мезгіл – мезгіл тартып отыру қажеттілігі.

Жүктік керуші құрылғы конвейердің артқы бөлігінде (9.4,б-сурет) немесе жетекке келуші таспа тарамында (9.4,в,г-сурет) жетек маңында орнатылады. Олардың артықшылығы таспаның тұрақты керілуін сақтау, ал кемшілігі жүктің үлкен массасы және конструкциясының қолайсыз үлкендігі, соның салдарынан олар көбінесе стационарлы конвейерлерде қолданылады. 9.4,б-суретіндегі сұлба бойынша орындалған керуші құрылғыда керуші барабан бір уақытта артқы немесе ауықытушы бола отырып арбаға орнатылады, ал арбаға екінші ұшында жүгі бар сым арқан бекітіледі.

Карерлік конвейерлерде ең көп қолданылатын механикалық керуші құрылғы конвейердің жетегімен бір станинада орнатылады. Ол электрлік шығырмен іске қосып керуші сым арқанды шығыр барабанына орап отырады (9.4,д-сурет).

Таспа керілуін реттейтін тағы бір басқа тәсіл бар, ол келуші және кетуші тарамдарда таспаның тұрақты қажетті керілу қатынасын сақтау жолымен, яғни $S_{кет} : S_{кел}=const$, екі барабанды жетегі бар механикалық құрылғы көмегімен жүзеге асырылады (9.4,е-сурет). Ол кетуші және келуші тарамдардың таспасы айналып өтетін екі жылжымалы барабандардан және олардың арасында радиустары әртүрлі бір білікке отырғызылған сым арқанды стационарлы екі барабаннан тұрады.



9.4-сурет. Керуші құрылғылардың сұлбалары

Радиустар арақатынасы R : r=$S_{кет}$:$S_{кел}$=$e^{\mu\alpha}$ болғанда, қажетті керілу қатынасы $S_{кет}$:$S_{кел}$ автоматты түрде сақталып отырады.

Таспаға жүкті тиеу қатаң центрленіп таспа жылдамдығына тең жылдамдықпен салыну керек. Тиеу пунктінде орнатылған конвейердің таспасы мен роликті тіреуіштердің қызмет жасау мерзімі, қатардағы және ірі кесекті, әсіресе ауыр және абразивті жүктер үшін тиеу тәсілінің ролі өте үлкен. Тиеу кезінде ең жақсы жағдай жүк ағымы таспа үстінде емес, оған келіп түскенге дейін тиеуші науасында қалыптасқанда, науа жүкті центрлеп таспа жылдамдығымен бағыттағанда және оны таспаға ең аз құламамен салғанда ғана тиеудің ең жақсы жағдайы жасалынады.

Тиеу пунктінің құрылғысы сонымен қатар жүк ағымы конвейерден конвейерге немесе жүк жиналған бункерден конвейерге түсіргіш арқылы беріліп тиелуіне байланысты болады.

Карьерлік жылжымалы өзі жүретін агрегаттардың – роторлы және шынжырлы экскаваторлардың, тасымалдаушы үйінділік көпірлердің, консольды үйінді жасаушылардың, сол сияқты ауыстырып (аударып) тиегіштердің көлік құралы таспалы конвейер болып табылады. Конвейерлер бұл агрегеттарда шарнирлі мүшеленген көпірлерде, консольды бұрылмалы және көтергіш фермаларында орнатылады. Фермалардың мүшеленген жерлерінде тасымалданатын тау-кен жынысы конвейерден конвейерге тиеліп отырады. Сөйтіп забойдан түсіруші консольға дейін жүк ағымы таспалы конвейерлермен жүзеге асырылады.

Мысалы роторлы экскаваторда тасымалдау жабдығы бір-бірімен тізбектеліп орнатылған үш таспалы конвейерлерден тұрады. Біріншісі қабылдаушы конвейер көтеруші бұрылмалы роторлы консольда орналасқан, ол жүкті роторлы доңғалақтан бұрылмалы дөнгелектің (ортасында) центрінде орналасқан құйғыға (воронкаға) тасымалдап жеткізеді. Екіншісі төменгі рамада орналасқан қысқа, жеткізіп беруші конвейер, ал үшіншісі көтеруші бұрылмалы консольды фермада орналасқан түсіруші конвейер. Түсіруші конвейерден тау-кен массасы забойлық жылжымалы конвейерге немесе үйінді жасаушыға, кейде аралық ауыстырып тиегішке тиеледі.

Экскаватор конвейерлерінің таспасының ені 2000мм, жылдамдығы 4м/с болады.

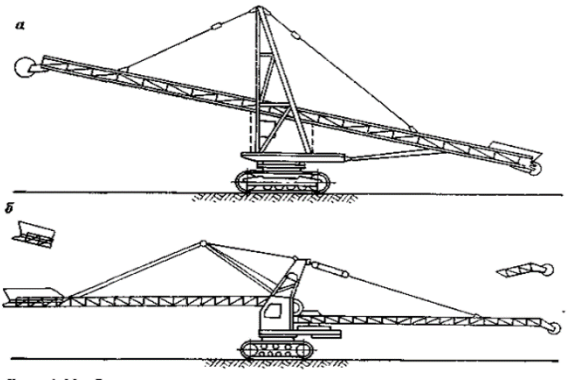
Үйінді жасаушылар бос жыныстар үшін арналған конвейерлік комплекстің соңғы буыны болып табылады. Үйінді жасаушыда конвейерлер қабылдағыш консольда және үйінділік немесе түсіруші консольда орналасқан.

Мысалы ОШР-12500/220 үйінді жасаушының түсіруші консолының ұзындығы 220м, конвейерлер таспасының ені 2500мм, таспа жылдамдағы 6,5м/с, массасы 7400т болады.

Тасымалдаушы – үйінділік көпірлерде конвейерлер көпірдің аралық бөлігінде көпірлік ферма ішінде бір-бірінің үстіне орналасқан екі конвейерден және үйінділік консольда тізбектеліп екі конвейер орналасады. Көпірдің аралық бөлігінің ұзындығы 280м, ал консольдық бөлігінің ұзындығы 190м дейін жетеді. Таспа ені 1,8-2,5м, жылдамдығы 4м/с. Тасымалдаушы – үйінділік көпір өнімділігі 25600м^3/сағ, жасайтын үйінді биіктігі 80м дейін болады.

Типтік консольды конвейерлі ауыстырып тиегіштер карьерлік конвейер көлігінің комплексіне кіреді және роторлы экскаватор мен үйінді жасаушылар, тасымалдаушы - үйінділік көпір немесе забойлық конвейер арасындағы аралық буын қызметін атқарады.

Ауыстырып тиегіштер конвейерлі жолдарда бос жынысты немесе пайдалы қазбаны төменгі горизонттан жоғарғы горизонтқа беріп отыру үшін қолданылады. Ауыстырып тиегіштердің көтеруші екі консольды фермаға орнатылған бір конвейерлі (9.5,а-сурет) және бір-біріне тәуелсіз екі консольды екі конвейерлі (9.5,б-сурет) түрлері болады.

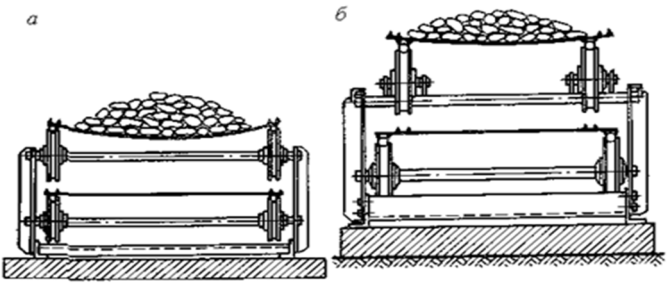


9.5-сурет. Бір және екі конвейері бар ауыстырып тиегіштердің сұлбалары

9.3. Таспалы конвейерлердің арнаулы түрлері

Карерлерде таспалы конвейерлердің таспалы – сым арқанды, таспалы – арбалы және тік көлбеулі арнаулы түрлері қолданылады.

Таспалы-сым арқанды конвейердің кәдімгі таспалы конвейерлерден айырмашылығы, оның таспасы тек жүк алып жүруші мүше, ал тартқыш мүше қызметін екі болат сым арқан көмегімен жүзеге асырылады. Болат сым-арқандар конвейер рамасында бүкіл ұзына бойы орнатылған қос стационарлы роликті-блоктармен (шығырлармен) ұсталып жылжып отырады (9.6-сурет).



9.6-сурет. Таспалы – сым арқанды конвейердің сызықтық секциясының көлденең қимасы

Таспа конвейердің жүк тиелген және бос тарамдарында сым-арқан үстінде еркін төселіп, сым арқан қозғалған кезде үйкеліс әсерімен онымен бірге таспа да қозғалып кете береді [19].

Мұндай конвейердің негізгі бөліктеріне таспа, сым арқандар, оларды тіреп ұстап отыратын (9.7-сурет)роликтер мен шығырлардан басқа, сым арқандарға арналған тарту станциясы және керу станциясы кіреді. Керу станциясы үш керу құрылғыларынан –екеуі сым арқандар үшін, үшіншісі таспаны керу үшін арналған құрылғылардан тұрады (9.7-сурет).

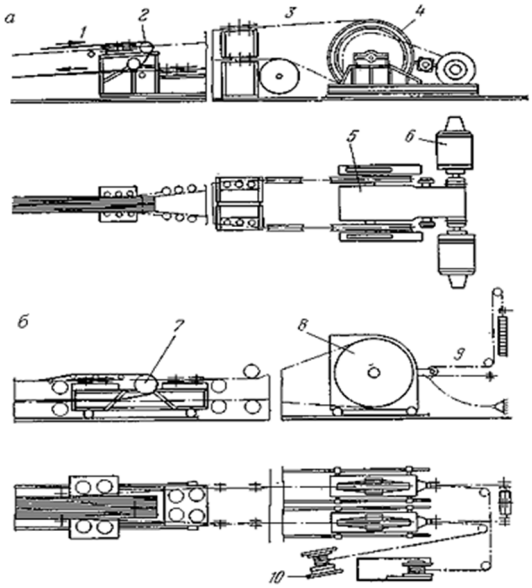
Осыдан басқа ол таспаның түсіруші (басындағы) және соңындағы барабандарынан, қос бүйірлік бағыттаушы блоктардан (шығырлардан) тұрады.

Қос бүйірлік бағыттаушы блоктар таспаны конвейердің ұштарында өткізіп жіберу үшін, сым арқандарды екі жаққа айырып, ал сонан кейн оларды екінші (жүк тиелген немесе бос) тарамдағы таспа астына қайтадан кіргізу үшін қызмет атқарады.

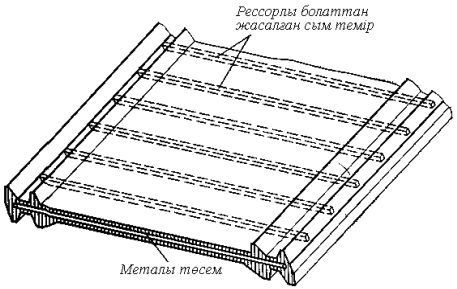
Сым арқандарда тек шеттерімен ұсталып ілініп тұратын таспаның арнаулы түрі көлденең серпінді болат сымдармен (стерженьдермен) арқауланған бір немесе екі төсемнен тұрады. Болат сымдардың көлденең қимасының өлшемі 5х12мм, пішіні төрт бұрышты немесе квадрат түрінде болады. Олар бір жағынан рессорлық қызмет атқарады және әрбір 60-70 мм, кейде 100-120 мм сайын орнатылады.

Таспаның үстіңгі және астыңғы резеңкелі қаптамасының екі шетінде бойлық арықшалар жасалған, олар тартқыш сым арқандарға таспаны орнату үшін және таспа сырғып түсіп кетпеу үшін қызмет атқарады (9.8 - сурет). Ал 9.6-суретінде таспалы сым арқанды конвейердің көлденеңдік қимасы көрсетілген.

Сым арқандар ұсталып тұратын роликті-блоктар (шығырлар) тіреуіштерінің арақашықтығы 5-8м болады. Сым-арқандардың қызмет жасау мерзімін өсіру үшін блоктар полиуретан сияқты материалдармен қапталып отырады, сол сияқты сым арқандарды бір жақты өру және майлау жұмыстары жүргізіліп отырады. Таспалы сым арқанды конвейерлердің шектік көлбеулік бұрышы 14^0 тең, таспа ені 1200-1400 мм, рұқсат етілген жылдамдығы 2,0-2,5 м/с. Сондықтан олардың өнімділіктері 500-1500 (2000) $м^3$/сағ аралығында болады. Тасымалдау ұзындығы 10-16 км жетеді. Таспалы сым арқанды конвейерлер негізінде стационарлы сыртқы көлік ретінде қолданылады.



9.7-сурет. Таспалы –сым арқанды конвейердің жетектік (а) және керуші (б) станциялары:
1 –таспа; 2 – бас барабан; 3 – сым арқандар; 4 – жетектік шкивтер; 5 – жетек редукторы; 6 – электр қозғалтқыштары; 7 – таспаның керуші барабаны; 8 – сым арқандарды керуші шкивтер; 9 – керме құрылғысы; 10 – керуші сым арқандарға арналған шығыр



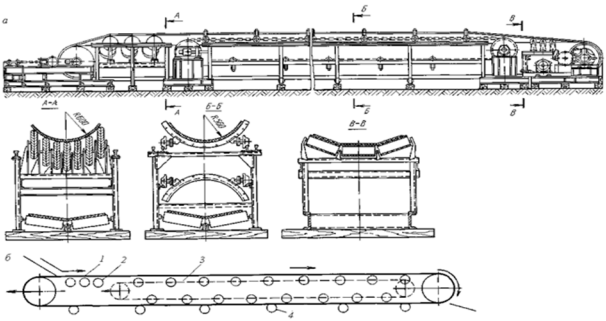
9.8-сурет. Таспалы – сым арқанды конвейердің таспасы

Таспалы-арбашалы конвейер ірі кесекті қатты жыныстарды алдын-ала ұсақтаусыз тасымалдауға арналған. Бұл конвейер екі контурлы болады (9.9-сурет). Бірінші контур жетегі жоқ бір-бірімен шынжырлар арқылы қосылған рельспен қозғалатын доңғалақтары бар, бір осьті доға тәрізді шанағы бар арбашалардан тұрады. Арбашалар шанағының беті таспамен аралықтағы үйкелісті арттыру мақсатында резеңкелі жапсырмалармен жабылған. Екінші контур (нұсқа) жетегі бар жүк алып жүретін және тартқыш таспадан тұрады. Таспа жүк тасушы тарамда арбаша үстінде еркін жатады және оларды қозғалыс кезінде үйкеліс көмегімен өзімен бірге алып жүреді, ал бос тарамда таспа стационарлы роликті тіреуіштер үстімен кәдімгі таспалы конвейерлердегідей сырғып қозғалып отырады.

Конвейердің бұл түрінде жүк тиелген тарамда доңғалақты арбашалар арқасында таспа динамикалық соққылардан арылып, қызмет жасау мерзімін бірнеше есе арттырады.

Тік көлбеулі конвейерлер деп арнаулы конструкциясы бар, жүкті кәдімгі конвейерлерге қарағанда тік көлбеу бұрыштармен тасымалдай алатын конвейерлерді айтады. Көлбеулік бұрыштар шамасы $16\text{-}18^0$ артық.

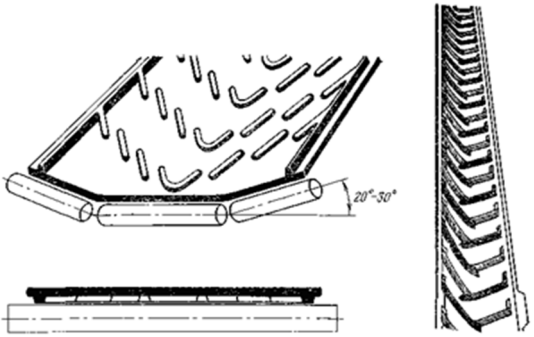
Тік көлбеулі конвейерлерді ашық кен орындарында карьерден көтеруші конвейер ретінде қолдану, басқа карьерлік көліктермен салыстырғанда тасымалдау ұзындығын қысқартып және тау-кен күрделі жұмыстарының көлемін анағұрлым азайтуға мүмкіндік жасайды.



9.9-сурет. Таспалы – арбашалы конвейердің жалпы түрі (а) мен сұлбасы(б):
1 – таспа; 2 – амортизациялаушы роликті тіреуіштер;
3 – арбашалары бар шынжыр; 4 – таспаның бос тармағына арналған роликті тіреуіштер

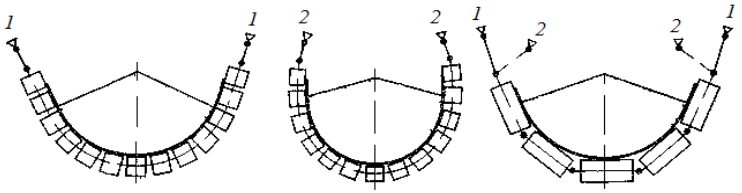
Қазіргі кезде белгілі тік көлбеулі конвейерлерде тасымалданатын үйінді жүк ауырлық күші әсерінен сырғып немесе домалап кетпес үшін екі тәсіл қолданады. Бірінші тәсіл жүк пен алып жүруші мүше арасындағы үйкеліс күшін арттыру, ал екінші тәсіл алып жүруіші мүше үстінде белгілі бір арақашықтықта көлденең қалқаншалар немесе тірек элементтерін жасау.

Бірінші тәсілде таспа беті биіктігі 20-30 мм резеңкемен кедір-бұдырланып, үйкеліс коэффициентін арттырады. Беті кедір-бұдырланған таспа конвейердің көлбеулік бұрышын $2\text{-}3^0$ арттырады (9.10-сурет).



9.10-сурет. Беті кедір-бұдырланған таспа түрлері

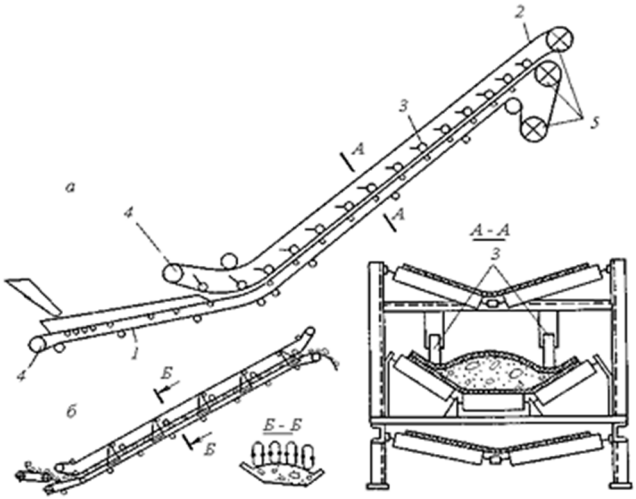
Осыдан басқа жүк қабаты мен таспа арасындағы қысымды арттыруды терең науа жасау арқылы жетуге болады. Бұл кезде таспа аспалы көп роликті тіреуіштер арқылы науа пішініне келтіріледі (9.11-сурет).



9.11-сурет. Көлбеулік бұрышы көтерілген таспалы конвейерге арналған шарнирлі-аспалы роликті тіреуіштер

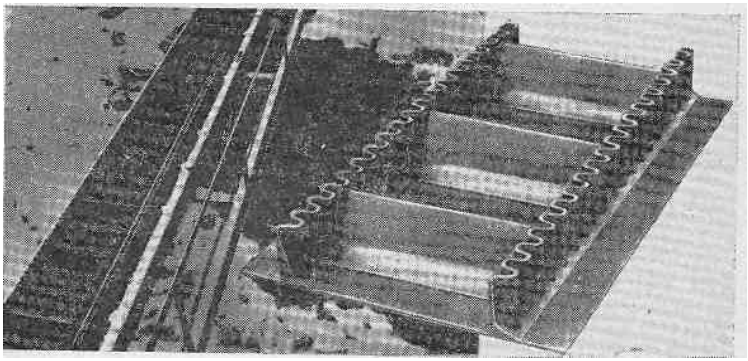
Конвейердің көлбеулік бұрышын 35-40^0 дейін арттыру жүкті үстінен роликтермен қысушы таспаны қолдану арқылы жүзеге асыралады (9.12-сурет).

Бұл тік көлбеулі конвейердің таспасының ені 900 мм, жылдамдығы 2м/с, көлбеулік бұрышы 32^0, өнімділігі 300т/сағ жетеді. Мұндай конвейерлерді көмірді тасымалдағанда пайдаланады, сол сияқты олар роторлы экскаваторлардың жоғарыдан және төменнен кесіп қазатын стреласында қолданылады.



9.12-сурет. Қысушы таспасы бар таспалы конвейерлердің сұлбалары: *а – УКРНИИ жобалау институтының көмірге арналған конвейері; б – роторлы экскаватордың стреласында орнатылған бос жыныстық ковейер; 1 және 2 – сәйкесінше жүк алып жүруші және қысушы таспалар; 3 – қысушы роликтер; 4 және 5 – сәйкесінше керуші және жетектік барабандар*

Тік көлбеулі конвейерлердің тағы бір түріне, ол биіктігі 400мм көлденең резеңкелі қалқаншасы мен бүктесінделген (гофрленген) борттары таспаға қыздырып бекітілген жәшікті конвейерлер жатады (9.13-сурет).



9.13-сурет. Көлденең резеңкелі қалқаншасы мен бүктесінделген (гофрленген) борттары таспаға қыздырылып бекітілген тік көлбеулі таспалы конвейер

9.4. Таспалы конвейерлердің негізгі параметрлерін есептеу

Таспалы конвейер есебі үшін бастапқы берілгендер болып:

1. Тау-кен массасының көлемдік V($м^3$/сағ) немесе массалық Q(т/сағ) бірлігімен өрнектелген есептік өнімділігі жатады. Ол карьерлерде конвейерге жүк артатын экскаваторлардың немесе тиеуші машиналардың ең үлкен өнімділігінен кем болмауы керек;

2. Тасымалдау ұзындығы және оның еңкіштігі;

3. Жүктің үйінділік тығыздығы (немесе массивтегі тығыздығы және қопсытылу коэффициенті), түйіршіктік құрамы және табиғи қиябет бұрышы бойынша сипаттамасы.

Осыдан басқа, кейде конвейер жұмысын пайдалану жағдайын, атап айтқанда орнатылған орнын, климаттық жағдайларын және басқаларын ескеру қажет.

Конвейерді есептеу кезінде мыналарды анықтайды:

1) таспаның ені және жылдамдығы;

2) конвейердің жеке учаскелеріндегі кедергілер және жалпы кедергі, яғни оның тартқыш күші;

3) қозғалтқыштар қуаты;

4) таспаның ең үлкен керілу күші және оның беріктік сипаттамалары;

5) конвейер контурының (нұсқасының) ерекше нүктелеріндегі таспаның керілу күші, керуші құрылғы күші,

жүк тарамындағы таспаның салбырауы, таспаның барабандарға немесе роликтер батареясына түсіретін қысымы.

Берілген көлемдік өнімділік V(м^3/сағ) бойынша таспаның ені мына формуламен анықталады

$$B = \left(\sqrt{\frac{V}{\upsilon \cdot C_0}} + 0,05 \right) \frac{1}{0,9}, \text{ м}, \qquad (9.1)$$

ал егер өнімділік массалық бірлікпен Q(т/сағ) берілсе, онда

$$B = \left(\sqrt{\frac{Q}{\upsilon \cdot C_0 \cdot \gamma}} + 0,05 \right) \frac{1}{0,9}, \text{ м}, \qquad (9.2)$$

мұндағы V және Q – конвейердің көлемдік және массалық бірлікте берілген өнімділіктері, м^3/сағ және т/сағ; C_0 – ортаңғы және бүйірлік роликтер ұзындығының ара қатынасына, олардың еңкіштік бұрышына, сол сияқты жүктің қиябет бұрышына байланысты қима пішінінің коэффициенті; υ – таспаның қозғалыс жылдамдығы, м/с; γ – тасымалданатын жүктің үйінділік тығыздығы, т/м^3.

C_o мәні жазық және науашалы конвейерлер үшін арналған арнайы кестеден алынады. Мұнда бүйірлік роликтердің ең кіші бұрышы, таспа үстіндегі үйінді жүктің қиябет бұрышы бойынша C_o коэффициентінің мәні 9.1 - кестесінде берілген.

9.1-кесте

Қима пішінінің коэффициенті (C_o)

Үш роликті тіреуіштегі таспа пішіні	Жазық	Науашалы							
Бүйірлік роликтердің еңкіштік бұрышы, (β^1), градус	-	20	20	30	30	35	35	45	45
Таспа үстіндегі үйінді жүктің қиябет бұрышы, (φ), градус	15	15	20	15	20	15	20	15	20
(9.1) және (9.2) теңдеулеріндегі C_o коэффициенті	240	470	550	550	625	580	650	625	690

Көлбеулік бұрышы $\beta \geq 12^0$ болатын конвейерлерде жүктің таспадан сырғып түсіп кетпеуі үшін үйінді биіктігін біраз төмендетеді, сонда (9.1) және (9.2) теңдеулеріндегі C_o коэффициентінің мәні К коэффициенті шамасына азайтылады. К коэффициентінің мәнін конвейердің әр түрлі көлбеулік бұрышы үшін арналған мына кестеден алады.

β, градус.....	12	14	16	18	20
К.....	0,98	0,96	0,94	0,92	0,90

Таспаның жылдамдығы конвейерлердің өнімділігі, таспа ені және жүктің түріне байланысты таңдалады. Оның мәні осы факторлар ескерілген арнайы кестеден алынады (9.2 - кесте).

9.2-кесте

Конвейер таспасының жылдамдығы

Конвейердің есептік көлемдік өнімділігі, $м^3$/сағ	Таспа жылдамдығы, м/с		Конвейердің есептік көлемдік өнімділігі, $м^3$ / сағ	Таспа жылдамдығы, м/с	
	Борпылдақ ауыр емес жыныстар	Қатты тасты жыныс тар мен рудалар		Борпылдақ ауыр емес жыныстар	Қатты тасты жыныс тар мен рудалар
400-800	2,0-2,5	1,5-2,5	5000-8000	3,5-5,5	2,5-3,5
1000-2500	2,5-3,5	2,0-3,0	8000-12000	4,0-6,0	3,0-4,0
2500-5000	3,0-4,5	2,5-3,5	>12000	4,0-6,5	3,0-4,5

Ұсынылатын таспа жылдамдықтар қатары мынадай: 1,6; 2; 2,5; 3,15; 4; 5; 6,3; 8 м/с.

Таспа жылдамдықтарының келтірілген шектері кәдімгі жағдайларда жұмыс істейтін карьерлік конвейерлер үшін ұсынылады. Жеке қолайлы жағдайларда, мысалы, үйінді жасаушылар мен үйінділік көпірлер фермаларында, сол сияқты шарнирлі-аспалы роликті тіреуіштерді қолданған кезде таспа жылдамдығы 8-10 м/с дейін жетуі мүмкін.

Есептеліп алынған таспа ені жүктің ірілігі бойынша тексеріледі. Егер жүктің ең ірі кесекті бөлігінің мөлшері оның 15% дейін болса, яғни қатардағы жүктер үшін таспа ені мына шартпен тексеріледі

$$B \geq (2{,}3\text{-}2{,}5)\, a_{max}, \text{ мм}, \tag{9.3}$$

ал егер жүк сұрыпталған болса, онда

$$B \geq (3{,}3\text{-}4)\, a_{орт}, \text{ мм}, \tag{9.4}$$

мұндағы a_{max} және $a_{орт}$ – жүктегі кесектердің ең үлкен және орташа көлденеңдік өлшемдері, мм.

Таспа енінің өнімділік және тау-кен массасының кесектігі бойынша табылған ең үлкен мәні қабылданатын таспа ені болады.

Тұйық тартқыш мүшесі бар кез-келген үздіксіз әсер ететін көлік қондырғылары сияқты таспалы конвейерде де бөлініп таралған және шоғырланған кедергі күштері әсер етеді. Бөлініп таралған кедергілер конвейердің түзу сызықты учаскелерінде, шоғырланған кедергілер таспамен оралатын барабандарда, қисық сызықты учаскелерде, конвейерлерге тиеу және аралық түсіру орындарында пайда болады. Бөлініп таралған кедергі күштері былай анықталады:

жүк тиелген тарамда

$$\begin{aligned} W_{ж} &= \left[(q+q_{л})\cos\beta + q_{p}^{1}\right]L\cdot\omega \pm (q+q_{л})L\sin\beta \approx \\ &\approx (q+q_{л}+q_{p}^{1})L\cdot\omega\cdot\cos\beta \pm (q+q_{л})L\sin\beta = \\ &= (q+q_{л}+q_{p}^{1})L_{гор}\cdot\omega + (q+q_{л})H \text{ , Н}, \end{aligned} \tag{9.5}$$

бос тарамда

$$\begin{aligned} W_{б} &= (q_{л}\cos\beta + q_{p}^{''})\cdot L\omega \pm q_{л}L\sin\beta \approx \\ &\approx (q_{л}+q_{p}^{''})\cdot L\cdot\omega\cdot\cos\beta + q_{л}\cdot L\cdot\sin\beta = \\ &= (q_{л}+q_{p}^{''})L_{гор}\cdot\omega + q_{л}H \text{ , Н}, \end{aligned} \tag{9.6}$$

мұндағы q – конвейердің 1м келетін тау-кен массасының ауырлық күші, Н/м; $q_{л}$ – 1м конвейер таспасының ауырлық күші, Н/м; $q^{1}{}_{p}, q_{p}^{''}$ – конвейерлердің 1м келетін роликті тіреуіштердің айналмалы бөліктерінің жүк тиелген және бос тарамдардағы ауырлық күші, Н/м; $L_{гор}$, Н – ұзындығы L – учаскенің горизонтальды және вертикальды проекцияларының ұзындығы; м, ω – таспаның роликті тіреуіштермен қозғалысына кедергі коэффиценті.

Горизонтальды конвейерде β бұрышы нөлге теңестіріліп (9.5) және (9.6) формулаларынан кедергі күштерін былай өрнектеуге болады

$$W_{ж} = \left(q + q_{л} + q_{р}^{1}\right) \cdot L \cdot \omega, \text{ Н}, \tag{9.7}$$

$$W_{б} = \left(q_{л} + q_{р}^{''}\right) \cdot L \cdot \omega, \text{ Н}. \tag{9.8}$$

Конвейердің 1м келетін тау-кен массасының ауырлық күші

$$q = \frac{Q \cdot g}{3{,}6 \cdot \upsilon}, \text{ Н/м}, \tag{9.9}$$

мұндағы g – еркін түсу үдеуі, м/с^2.

1м конвейер таспасының ауырлық күші

$$q_{л} = m \cdot g \cdot B, \text{ Н/м}, \tag{9.10}$$

мұндағы m – 1м^2 таспаның массасы, кг/м^2. Оның шамасы таспа түріне байланысты қабылданады (9.3-кесте).

9.3-кесте

Таспалы конвейерлердің 1м^2 таспасының массасы

Үзілу беріктігі 300 Н/мм болатын резеңкелі маталы таспа		Резеңкелі сым арқанды (тросты) таспа		
Төсемдер саны	Массасы, кг/м^2	Таспа түрі	Сым арқан диаметрі және адымы, мм	Массасы, кг/м^2
4	15,2	РТЛ-1500	6,2/15	28
5	16,7	РТЛ-2500	7,6/14	37
6	18,2	РТЛ-3150	8,6/15	43
7	19,7	РТЛ-4000	8,0/15	48
8	21,2	РТЛ-5000	10,5/17	55
		РТЛ-6000	11,5/18	65

Конвейердің 1м келетін роликті тіреуіштердің айналмалы бөліктерінің ауырлық күші:

жүк тиелген тарам үшін

$$q^{1}{}_{p} = G_{p}^{1} \cdot g / l^{1}, \text{ Н/м;} \qquad (9.11)$$

бос тарам үшін

$$q^{"}{}_{p} = G_{p}^{"} \cdot g / l^{"}, \text{ Н/м,} \qquad (9.12)$$

мұндағы $G_{p}^{1}, G_{p}^{"}$ – жүк тиелген және бос тарамдардағы бір роликті тіреуіштің массасы, кг; l', l'' – жүк тиелген және бос тарамдардағы роликті тіреуіштердің арақашықтығы, м.

Жүк тиелген және бос тарамдардағы роликті тіреуіштердің массалары мен арақашықтықтары 9.4 және 9.5-кестелерінде келтірілген.

9.4-кесте

Таспалы конвейерлердің жүк тиелген және бос тарамдарындағы роликті тіреуіштер массасы

Таспа ені, мм	Үш роликті тіреуіш				Бір роликті тіреуіш	
	Қалыпты орындалған		Ауыр орындалған			
	Роликтің диаметрі, мм	Массасы, кг	Роликтің диаметрі, мм	Массасы, кг	Роликтің диаметрі, мм	Массасы, кг
800	127	22	159	45	127	19,0
1000	127	25	159	50	127	21,5
1200	127	29	159	57	127	26
1400	129	50	194	108	159	40
1600	-	60	194	116	-	-
1800	-	82	194	122	159	47
2000	-	-	219	190	-	-

9.5-кесте

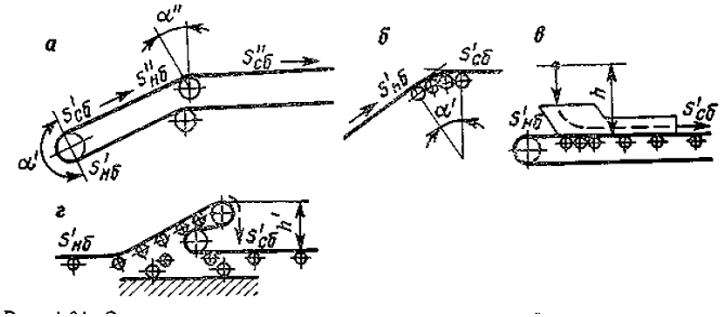
Таспалы конвейерлердің жүк тиелген тарамындағы роликті тіреуіштер арақашықтағы

Жүктің үйінділік тығыздығы, т/м^3	Таспа еніне (мм) байланысты роликті тіреуіштер ара қашықтығы, мм			
	800	1000-1200	1400-1600	1800-2000
1	1400	1300	1200	1100
1-2	1300	1200	1100	1000
2	1200	1100	1000	900

Конвейердің бос тарамындағы роликті тіреуіштер арақашықтығын $l^{''} = 2\text{-}3{,}5$ м аралығында қабылдайды.

Таспаның роликті тіреуіштермен қозғалысына кедергі коэффицентінің ω сандық мәні карьерлік конвейерлер үшін $\omega = 0{,}025 - 0{,}03$ аралығында болады.

Шоғырланған кедергілердің бірі бұл таспа барабанға оралып айналған кезде пайда болатын кедергі (9.14, а-сурет). Ол барабан білігінің цапфаларындағы үйкелістің және таспа қаттылығы салдарынан туатын кедергілерден құралады. Бірінші кедергі цапфаларға түсетін қысым күшіне, яғни таспаның келу және кету тарамдарындағы керілу күштері ($S_{кел}$, $S_{кет}$) мен барабан салмағының геометриялық қосындысына тура пропорциональды болады. Екінші кедергі таспа қаттылығының коэффициентіне тура пропорциональды, ал барабан диаметріне кері пропорциональды болады.



9.14-сурет. Таспалы конвейердің шоғырланған кедергі орындарының сұлбалары

Сонда таспаның барабанды орап айналған кездегі керілу күші былай анықталады

$$S_{кет} = S_{кел} + W_б = k \cdot S_{кел}, \text{ Н}; \qquad (9.13)$$

мұндағы $S_{кел}$, $S_{кет}$ – таспаның барабанға келу және кету тарамдарындағы керілу күштері, Н; $W_б$ – барабан салмағынан туатын кедергі күші, Н; k – керілудің арту коэффициенті $k > 1$.

Керілудің арту коэффициенті k таспаның барабанды қапсыру бұрышына α байланысты болады, мысалы

α градус.....	180	90	< 90
k.....	1,03-1,04	1,02-1,03	1,01-1,02

Таспа роликтер батареяларын орап айналған кезде әсер ететін кедергілерден пайда болатын керілу күші былай анықталады (9.14,б-сурет).

$$S_{кет} = S_{кел} \cdot e^{\omega' \cdot \alpha'}, \text{ Н}, \qquad (9.14)$$

мұндағы ω' – роликтермен таспа сырғыған кезде пайда болатын кедергі коэффициенті; α' – қисық учаскенің орталық бұрышы, радиан.

Конвейерге тиеу орнында пайда болатын кедергі таспаға келіп түсетін жүк ағымының кинетикалық энергиясы мен оның таспа арасындағы үйкелісі салдарынан болады (9.14,в-сурет).

Таспаға түсетін жүк ағымының кинетикалық энергиясын былай өрнектеуге болады

$$E = q \cdot \upsilon \frac{\upsilon^2}{2g} = \frac{Q \cdot \upsilon^2}{0{,}36 \cdot 2g}, \text{ Нм/с}, \qquad (9.15)$$

мұндағы q – жүктің сызықтық ауырлық күші, Н/м; υ – таспаның қозғалыс жылдамдығы, м/с; Q – конвейердің өнімділігі, $м^3$/сағ; g – еркін түсу үдеуі, $м/с^2$, $Q = 0{,}36 \cdot q \cdot \upsilon$;

Таспа мен жүк арасындағы үйкеліс кедергісінің жұмысын оның кинетикалық энергиясына теңеп

$$q \cdot \upsilon \frac{\upsilon^2}{2g} = W_n \cdot \upsilon, \qquad (9.16)$$

осыдан тиеу орнындағы кедергіні W_n табамыз

$$W_n = \frac{q \cdot \upsilon^2}{g}, \text{ Н}. \qquad (9.17)$$

Егер жүк ағымы таспаға υ_0 жылдамдығымен $\left(0 < \upsilon_0 < \upsilon\right)$ келіп түсетін болса, онда кедергі күші былай өрнектеледі

$$W_n = \frac{q\left(\upsilon - \upsilon_0\right)\cdot\upsilon}{g},\ \text{Н}, \qquad (9.18)$$

$\upsilon_0 = \upsilon$ кезде кедергі күші нөлге тең болады.

Түсіру арбасындағы кедергі, жүкті $q \cdot h$ биіктігіне көтеру кедергісінен және таспаның тізбектеп айналып өтетін екі барабандардағы кедергілерден құралады (9.14, г-сурет).

Ол былай өрнектеледі

$$S_{кет} = \left(S_{кел} + q \cdot h\right)\cdot k^2,\ \text{Н}, \qquad (9.19)$$

мұндағы h – жүкті көтеру биіктігі, м.

Конвейердегі бөлініп таралған және шоғырланған кедергілердің қосындысы W_0 немесе барабан жетегінен таспаға берілетін тарту күші таспаның қажетті керілу күшін анықтайды. Ең бірінші рет конвейердің келу және кету тарамдарындағы керілулер арақатынасы заңын XVIII ғасырда Петербург ғылым академиясының мүшесі Л. Эйлер ашты, содан бері бұл заң соның атымен аталады. Ол былай өрнектеледі

$$S_{кел} \le S_{кет} \cdot e^{\mu\alpha},\ \text{Н}, \qquad (9.20)$$

мұндағы μ – таспа мен барабан арасындағы үйкеліс коэффициенті; α – таспаның барабанды қапсыру бұрышы, радиан; $e^{\mu\alpha}$ – тартқыштық фактор; e – натуральды логарифм негізі.

Барабандардан таспаға берілетін ең үлкен тарту күші келу тарамындағы ең үлкен керілу күші мен кету тарамындағы керілу күшінің айырмасына тең

$$W_{0\max} = S_{\text{êâêmax}} - S_{\text{êâò}} = S_{\text{êâò}} \cdot \mathring{a}^{\mu\alpha} - S_{\text{êâò}} = S_{\text{êâò}}\left(e^{\mu\alpha} - 1\right) = \frac{S_{\text{êâëòàò}}}{\mathring{a}^{\mu\alpha}} \cdot \left(\mathring{a}^{\mu\alpha} - 1\right), \qquad (9.21)$$

осыдан

$$S_{кел\max} = W_{0\max}\frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha}-1} = S_{кет}\cdot e^{\mu\alpha}, \quad \text{Н.} \qquad (9.22)$$

Конвейердің кез-келген сұлбасы үшін таспаның керілуін есептеу кезінде нүктелер бойынша конвейерді айналып өту әдісі пайдаланылады. Бұл кезде конвейер контурын (нұсқасын) айналу жетегі бар барабанындағы таспаның кету нүктесінен немесе таспаның ең аз керілу нүктесінен бастайды. Әрбір келесі нүктедегі керілу күші алдыңғы нүктедегі керілу күші мен осы екі нүктелер арасындағы кедергілер қосындысына тең болады, яғни

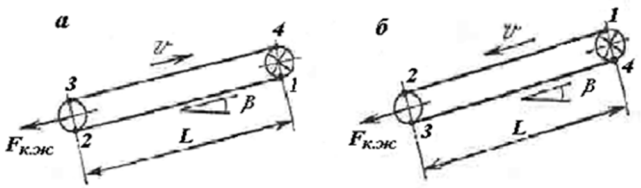
$$S_n = S_{n-1} + \sum_{n+1}^{n} W, \quad \text{Н.} \qquad (9.23)$$

Мысалы конвейердің 9.15, а-суретінде бейнеленген сұлбасы үшін әрбір нүктедегі керілу күштерін былай жазуға болады

$$\begin{aligned} S_2 &= S_1 + W_{1-2}; \\ S_3 &= k\ \cdot S_2; \\ S_4 &= S_3 + W_{3-4}\ . \end{aligned} \qquad (9.24)$$

Бұл сұлбадағы төртінші нүктедегі керілу күшін S_4Л. Эйлер формуласы бойынша тағы былай анықтауға болады, $S_4 = S_1\cdot e^{\mu\alpha}$. (9.24) формуладағы S_4 өрнегін S_1 арқылы өрнектеп, оны Л. Эйлер формуласымен анықталған S_4өрнегіне теңестіріп, S_1 оңай табуға болады. Сонан кейін қалған нүктелердегі керілу күштерін анықтайды.

9.15, б-суретінде бейнеленген тежеулік режимде жұмыс істейтін конвейер сұлбасы үшін керілу күштерін есептеу де осылай жүргізіледі.



9.15-сурет. Конвейердің есептік сұлбасы:
а – жоғары қозғалғанда; б – төмен қарай қозғалғанда

Жетекші барабаннан таспаға берілетін тарту күші (9.21) формуласы бойынша анықталады, оны 9.15, а-суретіндегі сұлба бойынша былай жазуға болады

$$W_0 = S_4 - S_1, \quad \text{Н}. \tag{9.25}$$

Керу жүгінің салмағы таспаның жүк тиелген тарамының ең аз керілу нүктесінде, яғни керу барабанының қасындағы роликті тіреуіштер арасындағы рұқсат етілген салбырау шамасын қамтамасыз ету керек.

Сонда таспаның жүк тиелген тарамының роликті тіреуіштер арасындағы оның салбырауына байланысты, оған рұқсат етілген керілудің ең аз шамасы былай анықталады

$$S_{\min} = (10 \div 5)(q + q_{\ddot{e}}) \cdot l', \quad \text{Н}. \tag{9.26}$$

9.15, а-сурет бойынша $S_3 \geq S_{\min}$ болу керек.

Ал керуші жүктің күші

$$F_{к.ж} = S_2 + S_3, \qquad \text{Н}. \tag{9.27}$$

Таспаның төсемдер саны

$$i = \frac{S_{\max} \cdot m}{B \cdot S_{\acute{o}ç}}, \tag{9.28}$$

мұндағы $S_{\max}$ – таспаның ең жоғарғы керілуі, Н; m – төсемдердің беріктік қоры, (көп төсемді таспалар үшін m =10-11; резеңкелі сым арқанды (тросты) таспа үшін m =7 - 8); $S_{\acute{o}ç}$ – ені 1 см болатын бір төсемнің үзілуі үшін, Н/см; В – таспаның ені, см.

Ал

$$S_{\max} = \frac{S_p \cdot B}{m}, \qquad \text{Н}, \tag{9.29}$$

мұндағы S_p – ені 1 см болатын таспаның үзілу күші, Н/см.

Қозғалтқыштық режимде жұмыс істейтін конвейерлер үшін жетек қозғалтқышының қуаты

$$N = K \cdot \frac{W_0 \cdot \upsilon}{1000 \cdot \eta}, кВт \quad , \tag{9.30}$$

мұндағы $K = 1{,}1 \div 1{,}2$ – қуат қорының коэффициенті; $\eta = 0{,}8 \div 0{,}85$ – жетектің пайдалы әсер коэффициенті.

Қозғалтқышы тежеулік режимде жұмыс істейтін конвейерлер үшін

$$N = K \cdot \frac{W_0 \cdot \upsilon' \cdot \eta}{1000 \cdot} , \hat{e}\hat{A}\grave{o} \quad , \tag{9.31}$$

мұндағы $\upsilon' = 1{,}03\upsilon$ – қозғалтқыштың тежеулік режим жұмысы кезіндегі таспаның қозғалыс жылдамдығы, м/с.

Резеңкелі маталы таспа үшін жетекші барабан диаметрі төсем санына байланысты қабылданады және былай анықталады

$$Д = k \cdot i, \qquad мм, \tag{9.32}$$

мұндағы k – төсем түріне және олардың үзілу беріктігіне байланысты шама; i – төсемдер саны.

Резеңкелі маталы таспа үшін k ең кіші мәні бір төсемнің созылуға беріктік шегіне байланысты былай өзгереді:

Төсемнің беріктік шегі	150	200	300
k мәні	160-170	180-200	220-240

Резеңкелі сым арқанды таспа үшін барабан диаметрі былай анықталады:

Созылуға беріктік шегі, Н/мм.....	1500	2500	3150	3500	4000	5000	6000
Барабан диаметрі, мм.....	1000	1250	1250	1600/1400	1600	1600	1600

Жетегі жоқ барабандардың диаметрі былай анықталады: соңындағы $Ä_x = 0{,}8Ä$; керуші - $Ä_k = (0{,}65 - 0{,}8)Ä$; ауытқытушы

барабанның диаметрі $Д_a = (0{,}5 \div 0{,}65)Д$.

10. ГИДРАВЛИКАЛЫҚ КӨЛІК

10.1. Гидрокөлік кешендерінің сұлбалары және түрлері

Гидравликалық көлік (гидрокөлік) карьерлерде аршыма және өндірме жұмыстарында, сол сияқты жер бетін рекультивациялау кезінде қолданылады. Гидрокөлік көмегімен аршыма тау жыныстары үйіндіге, ал пайдалы қазбалар байыту фабрикаларына тасымалданып отырады. Осыдан басқа, гидрокөлік қондырғылары жер бетінде пайдалы қазбаларды тікелей карьерден (немесе шахтадан) бірнеше ондаған, кейбір жағдайларда бірнеше жүздеген километрде орналасқан тұтынушыларға тасымалдау үшін пайдаланылады.

Гидрокөлік карьерлерде экскаваторлық тиеу кезінде және тау-кен массасын гидравликалық қазып алу тәсілімен бір кешенде жұмысы кезінде қолданылады. Гидравликалық қазып алуда су мониторлармен қазу технологиялық процессінде, одан кейін гидро тасымалдауда қолданылады.

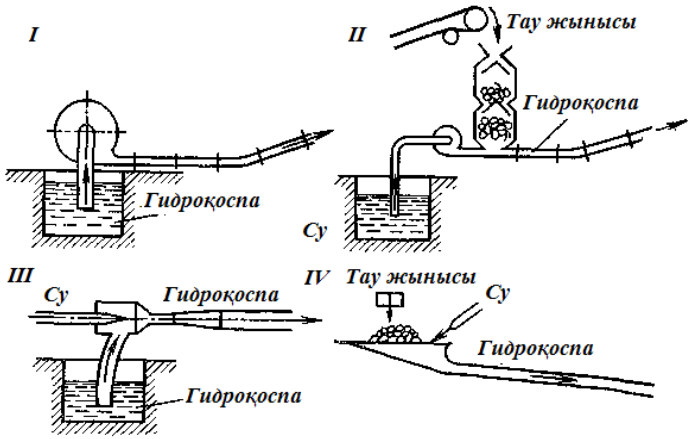
Әсер ету тәсілі және қолданылатын жабдықтары бойынша карьерлік гидрокөлік қондырғыларын екі топқа – қысымды және өздігінен ағатын (қысымсыз) көлікке бөлуге болады. Бірінші жағдайда қысым, яғни атмосфералық қысымнан жоғары қысым механикалық агрегаттармен (сорғылармен), ал тасымалдау құбырлар бойынша жүргізіледі. Екінші жағдайда атмосфералық қысымда болатын су ағысы жер бетінде ашық көлбеу науамен (каналмен, арықпен) және кейде құбырлармен жүреді.

Гидрокөлікпен тасымалданатын тау-кен жыныстары өзінің физика-механикалық қасиеттері бойынша алуан түрлілігімен ерекшеленеді. Қатты фракцияның сумен қоспасы (гидроқоспа) құм, топырақ, сары топырақ, қиыршық тас, ұсақ жұмыр тас, көмір, ұсақталған руда және тағы басқалары сумен араласқан кезде пайда болады. Кейде қатты фракция сумен біртекті суспензия (мысалы, саз балшықты ерітінділер) жасайтын микро түйіршіктерден тұрады. Түйіршік ірілігі 100-150 мм дейін, кейде одан да үлкен болады.

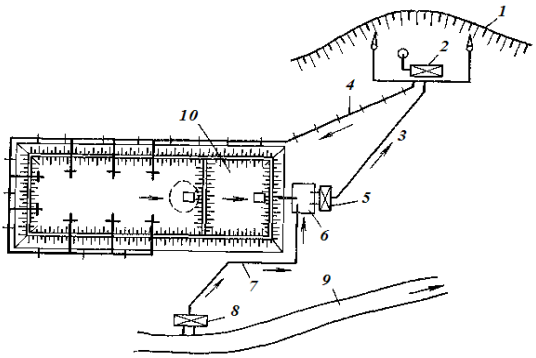
10.1-суретінде карьерлерде қолданылатын типтік гидрокөлік қондырғыларының принципті сұлбалары көрсетілген: *I* сұлбасында

– зумпфтан гидроқоспаны сору және құбырға айдау ортадан тепкіш сорғы (топырақ сорғыш, көмір сорғыш) көмегімен жүргізіледі; *II* сұлбасында – су сорғысы суды су көзінен қысымды құбырға айдайды, ал қатты фракция оған атмосфералық қысымы бар кеңістіктен арнайы тиеуші құрылғыға беріледі; *III* сұлбасында –гидроқоспаны сору және жұмыстық гидрожетектегі қысым қондырмадан (насадка) үлкен жылдамдықпен шығатын су ағысымен жасалады; *IV* сұлбасында – қатты фракция мен су араластырғыш құйғыға беріледі және ондағы пайда болған гидроқоспа ашық көлбеу науаға ағып кетіп отырады.

10.2-суретінде гидромониторлармен аршыма тау жыныстарын гидромеханикалық жолмен қазу мен тұйық су айналымы бар гидрокөлік кешенінің сұлбасы көрсетілген. Бұл сұлба бойынша су су тұндырғыштан жоғары қысымды сорғымен гидромониторларға беріледі. Шайылған тау жынысы топырақ сорғыш қондырғысының зумпфына ағып келіп түсіп пайда болған гидроқоспа су құбыры арқылы үйіндіге беріледі. Онда су сүзгіленіп су тұндырғышқа құйылады. Судың кейбір жоғалымына байланысты су тұндырғышты сумен толықтырып отыру үшін төмен қысымды сорғы станциясы қарастырылған.



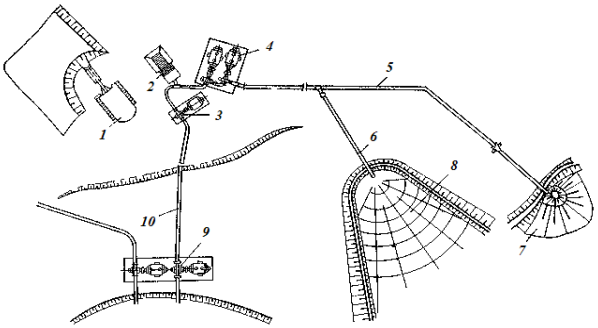
10.1-сурет. Типтік гидрокөлік қондырғыларының сұлбалары



10.2-сурет. Гидромеханикаландыру мен тұйық су айналымы бар гидрокөлік кешенінің сұлбасы:
1 – забой (кен жар); 2 – топырақ сорғыш қондырғысы; 3 және 7 – су құбырлары; 4 – гидроқоспа құбыры; 5 және 8-сәйкесінше жоғары және төмен қысымды сорғы станциялары; 6 – су қабылдағыш; 9 – су көзі (өзен, канал және т.б.); 10-су тұндырғыш

Көптеген жағдайларда, әсіресе қиын шайылатын тау жыныстарында гидромонитор мен гидрокөлік жұмыстары алдында бұрғылап аттыру немесе механикалық тәсілмен тау жынысын қопсыту жүргізіледі. Мұндай жағдайда аршыма тау жыныстары бульдозермен қазылып жоғарғы кемерде қатар-қатар үйіледі, ал төменгі кемерде бір шөмішті экскаватормен үйінді жасалады. Үйілген қопсытылған тау жыныстары монитормен шайылып көлбеу арықтарға беріледі. Гидроқоспа осы арықтармен өздігінен ағып гидро үйіндіге жеткізіледі. Келесі бір сұлбада жұмыстық горизонттың екеуінде де қазу бір шөмішті экскаваторлармен жүргізіледі, олар тау жынысын жылжымалы араластырғыш бункерге салып отырады. Бункерден гидроқоспа қысымды құбырмен жоғары кемерден (аршыма) үйіндіге, ал төменгі кемерден-байыту фабрикасына тасымалданады. Бункерде кейде ұсатқыштар орнатылуы мүмкін. Араластырғыш бункерлерді жылжыту ыңғайлы болу үшін тұрақты құбырлармен иілгіш шлангтар арқылы қосады.

10.3-суретінде бейнеленген жартылай қатты аршыма тау жыныстарының гидрокөлік пен гидро үйінді жасау сұлбасында бір шөмішті экскаватор 1 аршыма жынысын гидроқоспа жасауға арналған зумпфы бар жылжымалы ұсатқышқа 2 береді. Оған су сорғы 3 көмегімен беріледі.



10.3-сурет. Жартылай қатты аршыма тау жыныстарының гидро үйіндісін жасау мен гидрокөліктің сұлбасы

Зумпфтан гидроқоспа тізбектеліп қосылған екі топырақ сорғыштармен 4 сорылып құбырлармен 5, 6 гидро үйінділерге 7, 8 айдалады. Забойға су су көзінен тұрақты сорғы қондырғысымен 9 құбыр 10 арқылы беріліп отырады.

Гидрокөліктің артықшылықтарына мыналар жатады: қысымды гидро құбырларды жазық, көлбеу немесе тік трассалар бойынша орнату мүмкіндігі; трассаның басында қрапайым механикалық жабдықтардың шоғырлануы; бір жұмыстық сорғыға келетін құбырдың ұзын болуы; тасымалдаудың үздіксіздігі және процесті автоматтандыру мүмкіндігі; еңбек сыйымдылығының жоғары еместігі және салыстырмалы күрделі шығынның аздығы, әсіресе механикалық тиеуші жабдықтарды қажет етпейтін өздігінен ағатын тәсілде. Бірақта өздігінен ағатын тасымалдауды пайдалану сәйкес бедерлі жердің болуымен және бастапқы және соңғы нүктелерде үлкен биіктік белгілер айырмасының қажеттілігімен шектеліп отырады. Сондықтан қысымды құбырлы гидрокөлік өздігінен ағатын тәсілге қарағанда басымдау болып табылады.

Қысымды құбырлы гидрокөліктің кемшіліктеріне мыналар жатады: оның жоғары энергия сыйымдылығы; сорғылар мен құбырлардың тез тозуы; қатты фракция мен су мөлшерінің қатынасы бұзылған кезде құбырларда үйінділердің пайда болу мүмкіндігі; қыс мезгілдерінде пайдаланудың қиындығы.

10.2. Гидрокөлік жабдықтары

Қысымды гидрокөліктің негізгі жабдықтарына гидроқоспа мен суға арналған сорғылар, қоректендіргіштер, арматура орнатылған гидро құбыр және автоматтандыру аппаратурасы.

Гидроқоспалар үшін бір сатылы ортадан тепкіш сорғылар қолданылады, олар зумпфтан гидроқоспаны сорып алып, оны құбырларға айдап отырады. Осыдан басқа суды айдайтын су сорғысының қысымында болатын құбырларға гидроқоспаның қатты фракциясын беріп отыратын қоректендіргіштер қолданылады. Суды айдау үшін бір сатылы немесе үлкен қысым қажет болған жағдайда көп сатылы ортадан тепкіш сорғылар, сол сияқты поршеньді және плунжерлі сорғылар қолданылады.

Ортадан тепкіш сорғыларда гидроқоспа (немесе су) қораптың орталық (осьтік) тесігі арқылы сорылып тез айналатын доңғалақтың күрекшелеріне (қалақшаларына) келіп түседі. Ол жерде ол үлкен жылдамдыққа ие болып, динамикалық қысыммен қорапқа жалғанған қысқа құбырларға және құбырға айдалады.

Конструкциялық ерекшеліктері бойынша ортадан тепкіш сорғылар топырақтық (топырақ сорғыш) және көмірлік (көмір сорғыш) болып екіге бөлінеді.

Топырақтық сорғылар құрамында жартылай қатты және қатты ұсақталған тау жыныстары бар гидроқоспаларды айдап отырады. Олар өзінен өтетін гидроқоспаның үлкен абразивтілік әсеріне ұшырайды, олардың ішкі жағы аса төзімді материалдардан жасалған алмалы-салмалы бөлшектермен арқауланып отырады.

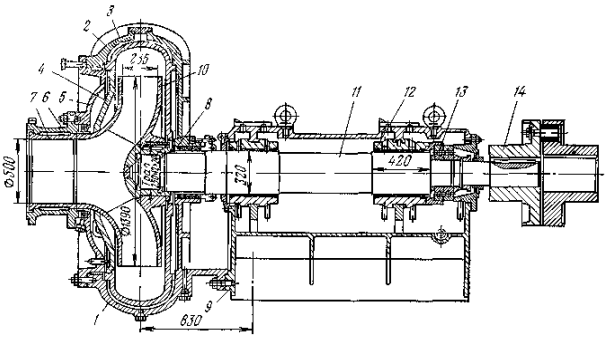
10.4-суретінде 2ГР-8Т топырақтық сорғының бойлық қимасы көрсетілген. Сорғының қорабы мен негізгі білік подшипниктері ортақ тағанға орнатылған, бұл қораптағы

центрінде орналасқан дөңгелек кіру тесігін еркін ұстап тұру үшін жасалған. Күрекшелері бар екі дискіден тұратын сорғының жұмыстық доңғалағы біліктің консолына (ұшына) қондырылады. Сорғының қорабы құюға және оны құрастыруға, жөндеуге ыңғайлы болу үшін алмалы-салмалы етіп жасалған. Доңғалақтағы реактивті осьтік күшті қабылдап отыру үшін негізгі біліктің екінші подшипнигі радиалды-тіректі болады.

Бірінші подшипникті ластанудан қорғайтын және сорғы қабынан сұйықтың төгілуін болдырмайтын негізгі біліктің сальникті нығыздаушысының күйі мен құрылысының мәні өте үлкен.

Карьерлерде аршыма жұмыстарында пайдаланылатын типтік топырақтық сорғылар гидроқоспа бойынша өнімділігі 12 мың $м^3$/сағ дейін, ал қысымы (арыны) 0,75 МПа дейін жететін етіп дайындалады.

Вакуумдық сору биіктігі 6-8м, пайдалы әсер коэффициенті орташа өнімділікті сорғылар үшін 0,65-0,68, ал жоғары өнімділіктері үшін 0,75 дейін болады. Ең қуатты топырақтық сорғылардың қозғалтқыш қуаты 2400 кВт құрайды.



10.4-сурет. 2ГР – 8Т топырақтық сорғысы:
1, 2 – сыртқы қорап (улитка); 3 – ішкі ауыстырылатын қорап; 4 – бронялы диск; 5 – алдыңғы қақпақ; 6 – сорушы қысқа құбыр (патрубок); 7 – сорушы қысқа құбырдың қорғаушы қаптамасы; 8 – сальникті нығыздама; 9 – қорап тірегі; 10 – жұмыстық доңғалақ; 11 – білік; 12 – сырғанау подшипнигі; 13 – радиальды-тіректі шарикті подшипник; 14 – қосқыш муфта

Көмірлік сорғылар – бұлар топырақты гидроқоспаға қарағанда абразивтілігі аз көмір гидроқоспалар үшін арналған ортадан тепкіш сорғылар. Олар тозуға онша қатты ұшырамайды, сондықтан сорғының конструкциясын күрделендіретін тозуға төзімді материалдармен ішін жабдықтау (футеровка) болмайды.

Майда көмірлерді үлкен қашықтыққа айдау кезінде немесе биік гидравликалық көтеру кезінде жоғары қысымды (тегеурінді) екі немесе көп сатылы көмір сорғыштар қолданылады.

Көмірлік сорғылардың әдетте өнімділіктері онша жоғары болмайды, бірақ көмір гидроқоспаларын тасымалдау қашықтығы, топырақты гидроқоспаларға қарағанда анағұрлым үлкен болады. Көмір сорғыштардың типтік өлшем қатарында көлемдік өнімділіктері 2000 $м^3$/сағ дейін, ал қысымы (тегеуріні) 2,5-3 МПа дейін қарастырылған. Мұндай үлкен қысым бір сатылы сорғыларда абразивтілігі аз көмір гидроқоспалары кезінде рұқсат етілген жұмыстық доңғалақтың үлкен айналу жиілігінде қол жеткізіледі, сонымен қатар оның білігі тікелей электр қозғалтқыштың білігімен қосылады. Оның айналу жиілігі 1450 айн/мин дейін болады.

Стационарлы топырақтық және көмірлік сорғылар арнайы фундаментке орнатылады және фундаментті тақтаға орнатылған қозғалтқышпен бірге құрастырылады, ал жылжымалыларын шаналарға орнатып жаңа жұмыс орындарына трактормен, бульдозермен немесе өздігінен жүретін көтергіш крандармен жеткізіледі.

Су сорғыларын сумен қамдау көздеріне жақын жерлерге тұрақты етіп орнатады. Бұл кезде су көздерінде су деңгейінің ауытқуы болған жағдайда вакуумдық сору биіктігі рұқсат етілген шектерден аспауы керек. Кейде сору биіктігі үнемі тұрақты болатын қалқымалы понтондарда орнатылған су сорушы станциялар қолданылады.

Камералы қоректендіргіштерді (10.1, *II* - сурет) үлкен қашықтыққа немесе үлкен биіктікке, яғни жоғары қысымды қажет ететін гидроқоспаларды тасымалдау кезінде қолданады.

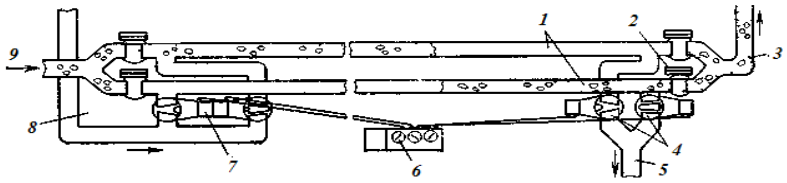
Бұл жағдайда жоғары қысым көп сатылы ортадан тепкіш, поршеньді немесе плунжерлі су сорғылармен жасалады. Жұмыстың үзіліссіздігін қамтамасыз ету үшін камералы

қоректендіргіштер екі секциялы және әр секцияда бірінің үстіне бірі орнатылған камералармен орындалады.

Соңғы уақыттарда камералы-құбырлы қоректендіргіштер жиі қолданыла бастады (10.5-сурет). Олар төмен қысымды топырақтық сорғы көмегімен гидроқоспаны кезекпен тиейтін және жоғары қысымды су сорғысы көмегімен көліктік сумен гидроқоспаны магистральды құбырға түсіретін екі ұзын параллель құбырлардан тұрады.

Әрбір камера екі жағында орналасқан камераларға гидроқоспаның түсуін реттейтін және ары қарай оны сумен магистральды құбырға ығыстырып шығаратын кері қақапақтармен жабдықталған. Камераға тасымалдаушы суды беру және пайдаланылған суды төгу бағдарлама бойынша басқарылатын крандармен реттеледі. Камералы-құбырлы тиеуші құрылғысының ортадан тепкіш топырақтық сорғылардан артықшылығы жоғары қысымды (тегеурінді) жасау және абразивтік тозудың аздығы. Камералы-құбырлы қоректендіргіштердің кемшіліктері – гидроқоспа концентрациясының төмендігі, төгетін су көлемінің көптігі және крандарды басқарудың күрделілігі.

Гидроқұбырлар – бүтін немесе бір-бірімен пісіріліп жалғанған құбырлармен құрастырылады. Олардың есептік қалыңдығына тозуға арналған бірнеше миллиметр қосылады. Гидроқұбыр трассасы жергілікті жердің жағдайына байланысты бұрылыс буындар саны аз, түзуленген профильдері үлкен етіп орналастырылады. Бұлар төсеніштер мен тіректерді қолданумен қол жетізіледі.



10.5-сурет. Камералы-құбырлы қоректендіргіш сұлбасы:
1 – камералы-құбыр; 2 – кері қақапақ; 3 – гидроқоспаның магистральды құбыры; 4 – төгу крандары (ысырмалары); 5 – пайдаланылған суды төгу; 6 – басқару пульты; 7 – қысымды тасымалдаушы судың ауыстырып қосқышы (переключатель); 8 – қысымды судың құбыры; 9 – камералы құбырға гидроқоспаны салу

Құбырлар төменгі жағынан ең көп тозатындықтан олардың тозу біркелкілігін қамтамасыз ету және қызмет ету мерзімін ұзарту үшін анда-санда оларды бойлық осі бойынша бұрып, айналдырып отыру қажет. Бұрып-айналдыруды жеңілдету үшін сол сияқты ішінде пайда болған үйінділерді жою үшін тез алынып-салынатын қосылыстарды қолданады.

Гидроқұбырлардағы орнатылған арматуралар (ысырмалар, кері қақпақтар) гидрожүйені тоқтатқан кезде гидроқұбыр қимасын жабуды қамтамасыз етеді.

Өздігінен ағатын гидрокөлік кезінде науалар өзара жеке қосылған болат табақшалардан жасалған трапеция тәрізді, жартылай дөңгелек немесе тік бұрышты секциялар бір-бірімен айқастырылып құрастырылады. Еңістік бұрышы аз кезде қабырғаларының кедір-бұдырлығын азайту үшін, демек гидравликалық жоғалымды төмендету үшін кейде эмальданған немесе әйнекпен арқауланған (жылтыратылған) науаларды қолданады. Еңістік бұрыш үлкен кезде науаларды сүрілген тақтайлардан дайындауға болады. Егер табиғи еңістік жеткілікті үлкен болса, онда ашық гидроқұбырлар бетондалған немесе қабырғалары нығыздалған топырақ каналдар түрінде орындалады.

10.3. Гидрокөлікті пайдалану және автоматтандыру

Гидрокөлікті қалыпты пайдаланудың маңызды шарты тау-кен жұмысының түріне байланысты гидроқоспаның белгілі бір қоюлығын және жылдамдығын сақтау, сонымен қатар тасымалдау процесіне әсер ететін кейбір басқа факторлардан сақтау. Гидроқоспадағы судың жеткіліксіздігі және жылдамдығының белгілі бір шектен азаюы гидроқоспадағы қатты бөлшектердің төмен құлауына және гидроқұбырда үйінділердің пайда болуына әкеліп соғады. Гидроқоспада судың шамадан тыс көп болуы энергия шығынын арттырады, шамадан тыс ағым жылдамдығының артуы құбырдағы турбуленттілікті арттырып гидроқұбырдың тозуын жылдамдатады.

Гидрокөлік қондырғыларының үнемділігін, сенімділігін және қауіпсіз жұмысын арттыру үшін мынадай пайдалану ережелерін сақтау керек:

– сорғылардың жаңасын және орташа, күрделі жөндеулерден өткендерін пайдалануға қояр алдында қалыпты қысымнан 0,5 МПа асатын, ал абсолюттік шамасы бойынша 1,0 МПа кем емес қысымда міндетті түрде сынақтан өткізу қажет;

– гидроқұбыр мен ауалық электр беру желісінің арасындағы белгілі бір қашықтықты (25 м) сақтау қажет;

– гидроқұбырдың кейбір жерлерінде гидравликалық соққыларды тудыратын ауаның жиналуын болдырмау үшін, ол жерлерге ауаны шығарып отыратын құрылғыларды (вантуздарды) орнату керек;

– гидроқұбырлардың бұрылыс орындарында орнатылатын бүгілмелерінде тез тозуды ескере отырып онда тозуға төзімді сыналарды (астарларды) (вкладыши) ауыстырылатын және тез алынып салынатын гидроқұбырдың түзу сызықты учаскелерімен жалғанатын қосылыстарды қарастыру керек;

– жүйені тоқтаусыз, зумпфты ластардан тез механикаландырылған жолмен тазалау құралдарын, сонымен қатар үйінділер пайда болған кезде гидроқұбырды тазалау құралдарын қарастыру қажет;

– гидроқұбырлардың біркелкі тозуын қамтамасыз ету үшін тозу бұрышы 110^0 шамасында болатынын ескере отырып, оларды анда-санда бойлық осі бойынша 120^0 айналдырып бұрып отыру қажет, яғни құбыр толық тозғанға дейін үш түрлі жағдайын қарастыру керек;

– тоқтату алдында гидрожүйеден гидроқоспаны шығарып тастап одан кейін оны жуып отыру керек;

– кездейсоқ (апатты) тоқтаған кезде оны іске қосу алдында гидроқұбырды сумен (қатты фракцияларсыз) жуу қажет;

– қатал климаттық жағдайларда жұмыс маусымын ұзарту үшін гидроқұбырды және оның басқа құрамдас бөліктерін қаптап жылы ұстауды қарастыру қажет.

Гидрокөлік қондырғыларының жоғары жұмыстық көрсеткіштеріне қол жеткізу үшін, әсіресе олардың энергия сыйымдылығы мен тозуын, сол сияқты еңбек сыйымдылығын төмендетуді, оларды бақылауды, басқаруды және реттеуді, әсіресе гидроқоспа концентрациясымен және гидроқұбыр бойынша оның қозғалыс жылдамдығымен анықталатын берілген экономикалық

режимді автоматты түрде ұстап тұруды қамтамасыз ететін автоматтандырудың мәні өте зор. Гидроқоспа концентрациясын өзгертумен реттеу былай жүзеге асырылады, мысалы гидроқоспаға арналған сорғының телескопты сормасын электр шығырымен зумпфқа түсірумен немесе көтерумен, сол сияқты сорғының жұмыстық доңғалағының айналу жиілігін қозғалтқыш білігінің айналу жиілігін реттеумен жүзеге асырылады.

Реттеу датчиктерінің (құрылғыларының) мынадай түрлері болады: манометр, вакуумометр, дифманометрлер бұлар сорма және қысымдық желілерде қысымды өлшеу үшін; электромагнитті, ультрадыбысты және басқа шығын өлшегіштер – гидроқоспаның шығынын (жылдамдығын) өлшеу үшін; пьезометриялық, гидростатикалық, радиоизотопты және басқа шығын өлшегіштер бұлар гидроқоспа тығыздығын өлшеу үшін; гидростатикалық, пьезометриялық және басқа деңгей өлшегіштер – гидроқоспаның зумпфтағы гидроқоспа деңгейін өлшеу үшін арналған.

Осыдан басқа сорғылардың подшипниктерінің қызуын, майлануын, аппаратуралардың жағдайын және күйін т.б. автоматты түрде бақылау жүзеге асырылады.

Жоғары өнімділікті, әсіресе тарамдалған гидрокөлік қондырғыларын басқару үшін барлық қосалқы процестерді кешенді механикаландыру құралдарын және пайдалану режимдерін автоматты басқару құралдарын пайдалану тиімді болып саналады. Автоматтандыру деңгейін көтеру кезеңдері бұлар жеке операциялар мен жергілікті автоматика құралдары көмегімен технологиялық процестерді автоматтандырудан аралықтан бақылау мен басқару жүйелеріне, ал содан кейін орталық диспетчер пунктіне есептеу технологиясын қолдану арқылы кешенді басқарылатын жүйеге өту болып табылады. Осының арқасында оңтайлы пайдалану режимі, демек ең жоғары техникалық экономикалық көрсеткіштер қамтамасыз етіледі. Электронды есептеу машинасының көмегімен гидравликалық көлік жүйесін есептеу және жобалау, диспетчер қызметі аппаратының қосалқы есептеу операциялары және барлық гидрокөлік комплексін автоматты басқару жүзеге асырылады.

11. КАРЬЕРЛЕРДЕГІ КӨЛІК КОМПЛЕКСТЕРІНІҢ ДАМУ БАҒЫТТАРЫ

Біздің елімізде кен өндіру саласының болашағы кен орындарын ашық тәсілмен қазуды жетілдірумен және дамытумен байланысты. Ашық тау-кен жұмыстарының қазіргі уақыттағы дамуының ерекше бағыттары кәсіпорындардың өнімділіктерінің күрт өсуі және карьерлердің тереңдіктерінің артуы. Бірқатар карьерлерде тау-кен массасының тасымал көлемдері жылына жүздеген миллион текше метр, ал тереңдіктері 250-350 м жетеді.

Осы даму бағыттарының екеуі де ашық кен қазуда еңбек сыйымдылығы көп және қымбат тұратын технологиялық процесс болып табылатын карьерлік көлікке қойылатын талаптарды арттыра түседі.

Соңғы жылдары барлық кен өндіруші салаларда қуатты тартқыш агрегаттарды қолдану негізінде темір жол көлігін техникалық қайта жарақтау жүргізілуде. ТМД елдерінде электрлі механикалы трансмиссиясы бар аса үлкен жүк көтергіштікті автоөзітүсіргіштерді шығара бастады. Карьерлерде құранды автомобильді-конвейерлі көлікті қолданатын технологияны ендіре бастады. Сөзсіз, осы бағыттарды кеңінен дамыту және кең масштабта мұндай техниканы ендіру, жақын уақытта кен орындарын ашық қазудың техникалық-экономикалық көрсеткіштерін күрт жақсартуға алып келеді.

ТМД елдерінде және басқа шет елдерде көліктің үш түрі кеңінен тарала бастады: Темір жол, автомобиль, конвейерлі көліктері, сол сияқты олардың бір-бірімен әртүрлі қисындастырылған түрлері.

Темір жол көлігі саласында көлік құралдарын жасаудың біраз проблемалары табысты шешімін тапты. Бұлар тұрақты (1,5/3 кВ) және айнымалы (10 кВ) токты тартқыш агрегаттар, автономды қоректендіру көзі бар, автономды қоректендіру көзі жоқ тартқыш агрегаттар. Осылардың арқасында кернеудің тристорлы түрлендіргіштері бар айнымалы токты және тұрақты токты тартқыш агрегаттар жасалынды. Тартқыш агрегаттардың

арқасында қабысу массасын 360-370т дейін көтеруге мүмкіндік туды, бұл техникалық-экономикалық көрсеткіштерді жақсартуға жол ашты. Келешекте сызықты элеткр қозғалтқыштар түрінде жетегі бар конвейерлі поездарды жасау көзделуде. Оларды қолдану арқасында ірі кесекті жыныстар мен рудаларды тасымалдау кезінде өте маңызды екі мәселе шешіледі, олар шығу жолдарының көлбеулік бұрышының $15\text{-}20^0$ дейін артуы және көлік жүйесінің жұмысын автоматтандыру мүмкіндігі.

Вагондар жасау саласында сегіз осьті думпкарлардың бірқатар модификацияларын жасау қажет: ауыр жыныстар мен рудаларды тасымалдауға арналған жүк көтергіштігі 165 т және салыстырмалы жеңіл аршыма жыныстарын тасымалдауға арналған шанақ көлемі үлкейтілген, жүк көтергіштігі 145т болатын думпкарлар.

Карьерлік экскаваторлардың шөміштерінің сыйымдылығының 12,5 және 20 $м^3$ дейін өсуіне байланысты шанақтың 1 м ұзындығына думпкарлардың сызықтық сыйымдылығын 4,5 - 6 $м^3$ дейін арттыру қажеттілігі туындайды.

Қазіргі уақытта жүгін электрі гидравликалы бір жақты түсіретін жүк көтергіштігі 160-170т сегіз осьті думпкарларды жасау бойынша жұмыстар жүргізілуде.

Темір жол жол жұмыстарын механикаландыру проблемасы экономикалық және әлеуметтік тұрғыдан аса маңызы болып табылады. Осы бағытта жол жұмыстары өндірісінде кейбір операцияларды механикаландыру үшін машиналар жасалуда. Солардың ішінде жолдың балластсыз құрылымын жасау бағыты айрықша маңызды болып табылады, ол жолдық торды төсеу және қызмет көрсету бойынша жұмыстардың еңбек сыйымдылығын күрт төмендетуді қамтамасыз етеді.

Автомобиль көлігі саласында соңғы жылдардағы оның даму бағыты жүк көтергіштігі өте үлкен карьерлік автокөлік құралын жасау болып табылады. Қазіргі уақытта карьерлерде жүк көтергіштігі 110-180т автоөзітүсіргіштер жұмыс жасауда, болашақта жүк көтергіштіктері одан да көп автоөзітүсіргіштер пайдалануға берілмек. Осыдан басқа электрлі механикалық трансмиссиясы бар машиналарды игеруге өте бастады.

Аса үлкен жүк көтергіштікті автокөлікті игеру кезінде техникалық пайдалану және жөндеу проблемаларына ерекше көңіл бөлу қажет, себебі қымбат үлкен жүкті машианалар олардың пайдалану деңгейін анағұрлым арттырған кезде ғана тиімді және мақсатқа сай болады.

Үлкен жүкті автоөзітүсіргіштердің пайдалану режимі бойынша, олар күні-түні жұмыс істеуі керек. Осыдан басқа машинаның жоғары сенімділік көрсеткіштері болуы керек, кәсіпорында техникалық қызмет көрсету және жөндеу жүйесі тұрақты жұмыс істеп тұруы қажет. Жүк көтергіштігі 110-180 т автоөзітүсіргіштердің қызмет ету мерзімі 10-12 жылдан кем болмағанда ғана тиімді болып табылады.

Автомобильдік жылжымалы құрамның жаңа түрлерін жасау саласында тағы бір дамыту бағыты ол арнайы автомобильдерді жасау. Аршыма жыныстары мен рудаларды тасымалдау үшін автоөзітүсіргіштер, ал көмірді тасымалдауда автопоездар немесе түбі арқылы жүгін түсіретін өзітүсіргіштер пайдалануы керек.

Карьерлік автокөлік құралдарының жүк көтергіштінің өсуіне байланысты, бірқатар техникалық проблемалар туындайды. Оларға сенімді және үнемді қозғалтқыштар мен трансмиссияларды жасау, сол сияқты жүк көтергіштігі өте үлкен автомобильдер үшін тозуға төзімді және өте берік шиналарды жасау қажеттілігі туындайды. Сонымен бірге дизельді немесе газды турбиналы қозғалтқыштары бар автомобильдердің қуаты артқан кезде дірілмен, шумен және атмосфераның ластануымен күресу қажеттіліктері туындайды. Сондықтан болашақтағы міндет карьерлік автомобильдер үшін қозғалтқыштардың жаңа түрлерін жасау.

Үздіксіз әсер етуші карьерлік көлік саласында біздің елімізде және шет елдерде борпылдақ жыныстар мен көмірді тасымалдауда таспалы конвейрлерді қолданудың үлкен тәжірбиесі жинақталған. Бұл саланың дамуы роторлы экскаваторларды жоғары өнімділікті конвейрлермен бір комплексте қолданумен тығыз байланысты.

Роторлы экскаваторлардың өнімділіктерінің өсуіне байланысты сәйкесінше, конвейерлердің де өнімділіктерін өсіру

қажет болады. Бұл таспа енін 2,5-3 м дейін, оның қозғалыс жылдамдығын 7-8 м/с дейін арттыру, қуаты 1500-2000 кВт және одан да көп болатын типтік жетек блоктарын қолдану арқылы қол жеткізіледі.

Конвейер көлігінің басты артықшылығы жабдық жұмысын автоматтандыру мүмкіндігі арқасында еңбек өнімділігінің жоғары деңгейін қамтамасыз ету. Оның құндық көрсеткіштеріне келер болсақ, олар болашақта төмендетуді қажет етеді. Ол үшін қызмет ету мерзімі 10-12 жылға жететін тозуға төзімді конвейер таспаларын және карьер жағдайында жұмысқа бейімделген жеңіл конвейер рамаларын жасау, көпшілік детальдарға арналған, мысалы, роликті тіреуіштерге арналған автоматты ағымдық технологиялық желіні қолдану арқылы қол жеткізіледі.

Көмір мен борпылдақ аршыма жыныстарын тасымалдауда үлкен қолданысқа ие болған конвейер көлігі қатты тау-кен жыныстары мен рудаларды тасымалдауда да қолданыла бастады. Солардың бірі тау-кен жыныстарын тасымалды өлшемге дейін қосымша ұсақтап конвейермен тасымалдау. Мұндай даму бағыты карьерлік жылжымалы ұсақтағыш қондырғаларды жасау арқасында мүмкін болады. Екінші даму бағыты ірі кесекті қатты тау жыныстарын тасымалдауға арналған арнайы конвейер түрлерін жасаумен байланысты болды. Технологиялық сұлбаларда мұндай конвейерлер әдетте магистральды жолдарда және көтергіштерде пайдаланылады.

Соңғы жылдары карьерлерде қисындастырылған (құранды) автомобильді-конвейерлі көлік кеңінен тарала бастады. Автомобильдермен және конвейерлермен тасымалдау тәсілі, әдетте жоспарда өлшемі үлкен емес және қатты, жоғары абразивті, ірі кесекті рудаларды қазатын рудалы карьерлерде қолданылады. Автокөлікпен забойдан жеткізілген руда карьердегі ұсатқыштармен қажетті ірілікке дейін ұсақталады, одан кейін конвейерлі көтергіштермен жер бетіне көтеріледі. Бұл жағдайда автоөзітүсіргіштер үлкен емес қашықтықтарда (1 км дейін) жұмыс істейді, бұл олардың өнімділігін және тасымалдау үнемділігін арттырады.

Карьерлік көліктің даму бағыттарының бірі бұл автомобильді-темір жолды көлік.

Карьердің тереңдігі үлкен болған кезде поездардың айналымдылық уақытының артуы, орташа жылдамдығының азаюы және қозғалысты ұйымдастырудың күрделенуі салдарынан темір жол көлігінің өнімділігі күрт төмендеп кетеді. Сондықтан тереңдігі 200 м үлкен карьерлерді қазу кезінде немесе төменгі горизонттарды қазып бітіру кезінде карьер бортын кеңейту тиімсіз болғанда құранды автомобильді-темір жолды көлікті қолдану тиімді болады. Бұл жағдайда автомобиль көлігі забойдан қайта тиеу пунктіне дейін 1,5 км аспайтын қашықтықта оңтайлы режимде жұмыс істейді.

Сонымен жақын болашақта карьерлік көлікті дамыту бағыттары бұлар:

1. Көлікте қызмет ететін және қосымша адамдарды анағұрлым қысқартуды қамтамасыз ететін, орталықтандырылған, автоматтандырылған басқаруы бар, қуатты электрлендірілген техникалық жабдықтар мен құрылғыларды қолдануға басымдылық беру.

2. Ірі карьерлерде сапалы жаңа тартқыш құрал-жабдықтарды пайдалана отырып және карьер тереңдігі өскен сайын оны пайдалануды жалғастыру мүмкіндіктерін қарастыра отырып, темір жол көлігін қолдануды кеңейту.

3. Тау-кен өндіруші өнеркәсіп қажетін қанағаттандыратын үлкен, өте үлкен жүк көтергіштікті карьерлік автомобильдердің әр алуан түрлерін жасау, оларға қызмет көрсету және жөндеу әдістері мен жабдықтарын жетілдіру.

4. Үздіксіз әсерлі көлік түрлерін және олардың үзілісті әсерлі көлікпен әртүрлі үйлесімдегі комбинацияларын барынша дамыту.

5. Көліктің барлық түрлеріне арналған қосалқы машиналар мен механизмдерді шығаруды игере отырып, тасымалдау процесін кешенді механикаландыруды жүзеге асыру.

6. Қазіргі заманғы электронды есептеу техникасын қолдана отырып, кәсіпорын көлігін жоспарлауды, ұйымдастыруды және басқаруды жетілдіру.

Глоссарий (түсінік, сөздік)

Кесектік немесе түйіршіктік құрам бұл үйінді жүктің кесектер ірілігі бойынша сандық бөлінуі.

Табиғи баурай бұрышы – бұл үйілген жүктің бүйір беті мен горизонталь жазықтық арасындағы бұрыш.

Абразивтілік бұл тау-кен массасының тиеу, тасымалдау және түсіру процестері кезінде онымен жанасатын бетті қажап жұқартып немесе тесіп жіберу қасиеті.

Жыныстың ылғалдылығы бұл жыныста болатын судың салыстырмалы мөлшерінің пайыздық шамасы.

Өнімділік бұл уақыт бірлігінде (сағ, мин, аусым) тасымалданатын жүктің мөлшері (т,$м^3$).

Теориялық өнімділік бұл машинаның конструкциялық параметрлеріне байланысты уақыт бірлігінде тасымалданатын жүктің мөлшері, ($м^3$/сағ) немесе (т/сағ) өрнектеледі.

Техникалық өнімділік бұл тасымалданатын жыныстың физика-механикалық қасиеттерін, тасымалдау машиналарының жүк көтергіштігін немесе сыйымдылығын, сол сияқты машина жұмысы кезінде сөзсіз болатын технологиялық үзілістерді ескеретін бір сағатта тасымалданатын жүктің мөлшері.

Пайдалану немесе нақты өнімділік тасымалдау машиналарының сенімділігін, жоспарлы жөндеу уақыттарын, аусымды (сменаны) қабылдау және тапсыру кезіндегі іркілістерді, климаттық жағдайларды, мерекелік және демалыс күндерді, жұмыстың маусымдылығын ескеретін ұзақ мерзім уақыт бірлігіндегі (тәулік, ай, жыл) тасымалданатын жүктің мөлшері.

Рельстер қозғалып келе жатқан жылжымалы құрамның (составтың) доңғалақтарын бағыттап отыру үшін, жолдың жоғарғы құрылымының астындағы элементтерге қысымды қабылдап және беру үшін қызмет атқарады.

Шпалдар темір жолдың табанды жолындағы рельс жіптерін қосу үшін және жылжымалы құрам (состав) қысымын балласт қабатына беру үшін қызмет атқарады.

Балласт стационарлы темір жолдарда топырақты төсемге берілетін жылжымалы құрамның (составтың) қозғалыс кезіндегі соққыларын жұмсартып, қысымын бірқалыпты таратып отыру үшін, сол сияқты жер бетіндегі суларды ағызып

отыру үшін, топырақты төсемді қатып қалудан сақтап, рельсті шпалды тордың жылжып кетпеуі үшін қызмет атқарады.

Трасса деп кеңістікте темір жол осінің орнын анықтайтын сызықты айтады. Трассаның горизонталь жазықтықтағы проекциясын жол жоспары деп, ал вертикаль жазықтықтағы жазылған (жайылған) трасса проекциясын темір жолдың бойлық профилі деп атайды.

Жетекші еңістік бұл поездың массасы анықталатын жолдың ең үлкен ұзақ еңістігі.

Рельсті табанды жол ені бұл рельс бастарының ішкі жақтары арасының жол осіне перпендикуляр өлшенген арақашықтығы.

Стрелкалы ауыстырғыш бұл жылжымалы құрамды (составты) бір жолдан екінші жолға ауыстыру үшін пайдаланатын құрылғы.

Крестовина рельс жіптері қиылысқан жерлерде жылжымалы құрамның (составтың) доңғалағының қырларын өткізіп жіберу үшін арналған құрылғы. Өзекшенің жақтары қиылысқан нүктесі крестовинаның математикалық орталығы деп аталады.

Стрелкалы ауыстырғыш орнын анықтайтын негізгі нүкте, бұл қосылатын жолдардың осьтерінің қиылысқан жеріндегі ауыстыру центрі немесе стрелкалы ауыстырғыш центрі болып табылады.

Сьезд деп екі қатар жатқан жолды қосатын, екі стрелкалы ауыстырғыштардан, крестовина бұрышымен орналасқан жолдарды қосушы учаскеден тұратын құрылғыны айтады.

Тальбот – бұл егер тәріздес түбі және шанағының бүйір ернеуінде түсіру люктерін жабатын қақпағы бар жүгі өз салмақ әсерімен өзі түсірілетін вагон.

Думпкар – бұл бір уақытта шанақты бір жағына қисайтып көтергенде немесе төмен түсіргенде ернеуі ашылып жүгі өз салмақ әсерімен түсірілетін вагон.

Қос доңғалақтың букстары оське статикалық және динамикалық күштерді беру үшін және вагон қозғалысы кезінде доңғалақтардың айналуын қамтамасыз ету үшін арналған құрылғы.

Автоматты тіркеме жабдығы вагондарды бір-бірімен және локомотивпен қосу үшін, сол сияқты поезд қозғалысы кезінде созылу және қысылу күштерін беріп, оны жұмсарту үшін қызмет атқарады.

Вагонның жүк көтергіштігі деп q (т) – тасымалдауға рұқсат етілген ең үлкен жүк массасын айтады.

Вагон ыдысының массасы деп $q_т$ (т) вагонның өз массасын айтады.

Техникалық ыдыстық коэффициент бұл вагон ыдысы массасының оның жүк көтергіштігіне қатынасы.

Электровоз бұл тартқыш электрлі қозғалтқыштармен қозғалатын және тіркеме бөлікті тартуға арналған жеке локомотив.

Тартқыш агрегат бұл бірнеше секциялардан (бөліктерден) тұратын, олардың әр қайсысы жалпы тарту күшінің бір бөлігін жасап шығаратын, бірақ ерекше функционалды міндеті бар локомотив.

Тепловоз бұл іштен жанатын қозғалтқышпен жабдықталған локомотив.

Тарту күші бұл локомотивтің қозғалтқышынан шыққан, рельспен әсерлесетін локомотивтің қозғаушы доңғалағына түсірілген, қозғалыс бағытымен бағытталған реттеуге болатын сыртқы күш.

Қабысу массасы деп локомотивтің жетекші (қозғаушы) осьтеріне түсетін массаны айтады.

Кедергі күштер бұлар поезд қозғалысына қарсы бағытталған, қозғалыс процесінде пайда болатын басқарылмайтын күштер.

Тежеуіш күш бұл жасанды түрде шығатын, реттеуге болатын, поезд қозғалысына қарсы бағытталған сыртқы күш.

Автоөзітүсіргіш бұл мықты конструкциялы, рамаға орнатылған, артына немесе жанына аударып түсіретін шанағы бар автомобиль.

Автопоезд бұл бір немесе бірнеше тіркемесі немесе жарты тіркемесі бар автомобиль тартқыш.

Доңғалақтық формула деп автомобиль доңғалақтар санын цифрлық белгілеуді, сонымен бірге бірінші цифр доңғалақтың жалпы санын, ал екінші цифр жетекші доңғалақтар санын көрсететін өрнекті айтады.

Индикаторлық тарту күші бұл поршень қозғалысы кезінде және жанғыш қоспа сығылған кезде пайда болатын тарту күші.

Жанамалық тарту күші бұл қозғаушы доңғалақтарда пайда болатын тарту күші.

Пайдалы тарту күші бұл автомашина ілмегінде (ілгегінде) тарту кезінде пайда болатын күш.

Роликті тіреуіштер конвейердің таспасын бүкіл ұзына бойы ұстап тұру үшін қызмет атқаратын құрылғы.

БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ

1. *Спиваковский А.О. и др.* Транспортные машины и комплексы открытых горных разработок. – М.:Недра, 1983.

2. *Потапов М.Г.* Карьерный транстпорт. – М., Недра, 1983.

3. *Пухов Ю.С.* Рудничный транспорт. – М.: Недра, 1991.

4. *Тихонов Н.В.* Транспортные машины горнорудных предприятий. – М.: Недра, 1985.

5. *Трубецкой К.Н., Краснянский Г.Л., Хронин В.В., Коваленко В.С.* Проектирование карьеров. Учебник. 3-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2009.

6. *Трофимов Г.В. и др.* Сборник задач по карьерному транспорту. – М.: Недра, 1985.

7. *Путятин Б.К.* Путевые работы в карьерах. – М.: Недра, 1972.

8. *Логинов А.И., Афанаскин Н.Е.* Вагоны-самосвалы. – М., Машиностроение, 1975.

9. *Спиваковский А.О., Потапов М.Г.* Транспортные машины и комплексы открытых горных разработок. – М.: Недра, 1974.

10. *Подэрни Р.Ю.* Горные машины и комлпексы для открытых работ. – М.: Недра, 1985.

11. *Лисовик Л.К., Огибенин Б.П.* Горные машины для открытых работ. – М.: Недра, 1980.

12. *Браташ В.А., Бичуч М.Л., Володарский В.А.* Электровозы и тяговые агрегаты промышленного транспорта. – М., Транспорт, 1977.

13. *Сидяков В.А., Колчанов А.Г., Стенин Ю.В.* Карьерные автомобильные дороги. М.: ООО «Издательский дом Недра» 2011.

14. *Васильев М.В., Сироткин З.Л., Смирнов В.П.* Автомобильный транспорт карьеров. – М.: Недра, 1979.

15. *Мариев П.Л., Кулешов А.А., Егоров А.Н., Зырянов И.В.* Карьерный автотранспорт. СПб.: Наука, 2004.

16. Основная продукция. Каталог БелАЗ. 2012.

17. *Спиваковский А.О., Потапов М.Г. , Приседский Г.В.* Карьерный конвейерный транспорт. – М.: Недра, 1974.

18. *Васильев М.В.* Комбинированный транспорт на карьерах. – М.: Недра, 1975.

19. Ленточные конвейеры в горной промышленности. Под ред. чл-кор. АН СССР А.О. Спиваковского. – М.: Недра, 1982.

МАЗМҰНЫ

	КІРІСПЕ	3
1.	КАРЬЕРЛІК КӨЛІК КОМПЛЕКСТЕРІ МЕН МАШИНАЛАРЫНЫҢ ТЕОРИЯСЫ, ЕСЕБІНІҢ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУДЫҢ ЖАЛПЫ СҰРАҚТАРЫ	5
1.1.	Карьерлік көліктің комплекстері мен сұлбалары	5
1.2.	Тасымалданатын жүктердің сипаттамалары	6
1.3.	Тасымалдау машиналарының өнімділігі	8
2.	КАРЬЕРЛІК ТЕМІР ЖОЛ КӨЛІГІ	12
2.1.	Темір жол құрылысы, трассасы және сұлбалары	12
2.2.	Рельсті табанды жол және стрелкалы ауыстырғыш құрылысы	19
3.	КАРЬЕРЛЕРДЕГІ ЖОЛ ЖҰМЫСТАРЫ	23
3.1.	Жолды күту, пайдалану және жөндеу	23
3.2.	Жол жұмыстарын механикаландыру жабдықтары	25
3.3.	Жол күйін тексеру аспаптары	30
4.	ВАГОНДАР	32
4.1.	Вагондардың жіктелуі, түрлері және олардың конструкциясының негізгі элементтері	32
4.2	Вагондардың негізгі параметрлері	40
4.3.	Вагондарды пайдалану және жөндеу	43
5.	ЛОКОМОТИВТЕР	46
5.1.	Электровоз туралы жалпы мағлұмат және олардың түрлері	46
5.2.	Электрлі жылжымалы құрамның (составтың) негізгі түрлері және параметрлері	49
5.3.	Электровоздар мен тартқыш агрегаттардың құрылысы	53
5.4.	Тепловоздардың түрлері, қолдану аймағы, жалпы құрылысы, беріліс түрлері	55
5.5.	Локомотивтерді жөндеу және оған техникалық қызмет көрсету	58
6.	ТЕМІР ЖОЛ КӨЛІГІНІҢ ТАРТҚЫШТЫҚ ЕСЕПТЕРІ	61
6.1.	Тарту күші, қозғалысқа кедергі күштері және тежеуіш күші	61
6.2.	Поездың қозғалыс теңдеуі	69

6.3. Тартқыштық есептеулер..... 71
6.4. Темір жол көлігінің пайдалану есебі..... 81
6.5. Темір жол көлігі жұмысының экономикалық көрсеткіштері..... 85
7 КАРЬЕРЛІК АВТОМОБИЛЬ КӨЛІГІ..... 88
7.1. Автомобиль жолдары. Жолдардың құрылысы, трассасы және сұлбалары..... 88
7.2. Автомобиль жолдарын күту және жөндеу..... 93
7.3. Көп жүкті автомобильдердің жалпы құрылысы туралы мағлұмат..... 95
7.4. Карьерлік автомобильдердің негізгі параметрлері..... 100
8. АВТОМОБИЛЬ КӨЛІГІНІҢ ТАРТҚЫШТЫҚ ЕСЕПТЕРІ..... 113
8.1. Тарту күші..... 113
8.2. Қозғалысқа кедергі күштері..... 115
8.3. Автокөлік қозғалысының теңдеуі..... 117
8.4. Тартқыштық есептері..... 120
8.5. Пайдалану есептері..... 123
9. КАРЬЕРЛІК КОНВЕЙЕР КӨЛІГІ..... 128
9.1. Конвейер көлігінің қолдану аймағы және сұлбалары..... 128
9.2. Таспалы конвейердің негізгі бөлімдері..... 130
9.3. Таспалы конвейерлердің арнаулы түрлері..... 136
9.4. Таспалы конвейерлердің негізгі параметрлерін есептеу..... 142
10. ГИДРАВЛИКАЛЫҚ КӨЛІК..... 154
10.1. Гидрокөлік кешендерінің сұлбалары және түрлері..... 154
10.2. Гидрокөлік жабдықтары..... 158
10.3. Гидрокөлікті пайдалану және автоматтандыру..... 162
11. КАРЬЕРЛЕРДЕГІ КӨЛІК КОМПЛЕКСТЕРІНІҢ ДАМУ БАҒЫТТАРЫ..... 165
Глоссарий (түсінік, сөздік)..... 170
БИБЛИОГРАФИЯЛЫҚ ТІЗІМ..... 173

Оқулық басылым

Мелдехан Үсен ұлы Бимбетов

АШЫҚ КЕН ҚАЗУ ЖҰМЫСТАРЫНЫҢ ТАСЫМАЛДАУ МАШИНАЛАРЫ ЖӘНЕ ҚОНДЫРҒЫЛАРЫ

Оқу құралы

РБ бастығы *З. Ғұбайдулина*
Редакторы *Г. Опкебаева*
Компьютерде беттеген *А. Кадирсизова*

Басуға 13. 06. 2016 ж. қол қойылды
Таралымы 300 дана. Пішімі 60x84 1/16. №1 баспаханалық қағаз.
Көлемі 11 есепті-баспа табақ. 10,3 шартты баспа табақ.
Тапсырыс № 745. Бағасы келісімді.

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық
зерттеу университеті басылымы.
Оқу-баспа орталығы,
Алматы қ., Сәтбаев көшесі, 22

ISBN 978-601-228-961-9

