

ТЫҒЫЗ ЖОЛ ЖАҒДАЙЛАРЫНДА ҚАТТЫ ЖӘНЕ ТОПСАЛЫ-БІРІКТІРІЛГЕН РАМАЛАРЫ БАР ӨЗДІГІНЕН ЖҮРЕТІН МАШИНАЛАРДЫ САЛЫСТЫРМАЛЫ БАҒАЛАУ

Елеулиев Берік
eleuliev00@mail.ru

Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ «Көлікті пайдалану және жүк қозғалысы мен тасымалдауды ұйымдастыру» кафедрасының магистранты, Нұр – Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекші - Т.Н. Бекенов

Аннотация. Өздігінен жүретін машиналардың конструктивтік орындалуына талдау жүргізудің арқасында, қазірәлемдік тәжірибеде топсалы-біріктірілген рамалары бар машиналарды пайдалануды кеңейту үрдісі байқалады. Сондықтан бұл мақала отандық өндірушілердің осы типтегі машиналарды жасау мүмкіндігін бағалау қажеттілігіне негізделген. Үлгілерді салыстырмалы бағалау олардың техникалық деңгейінің коэффициенттерімен анықталған машиналар сапасының жалпыланған көрсеткіштерін салыстыру және машиналардың пайдалану қасиеттерінің нақты көрсеткіштерін тікелей салыстыру арқылы жүргізілді. Бастапқы деректерді алудың ғылыми әдістері ретінде бағалау үшін ақпараттық іздеу, ақпараттық материалдарды статистикалық өңдеу, сараптамалық зерттеулер және математикалық модельдеу қолданылды. Өртүрлі дизайндағы өздігінен жүретін машиналардың пайдалану мүмкіндіктерін салыстырмалы квалиметриялық бағалау тығыз жол жағдайлары үшін топсалы-біріктірілген рамасы бар машинаны қарапайым рамалық құрылымдағы машиналарға қарағанда тиімді болатындығын мойындауға негіз болады. Бұл біріктірілген машинаның жоғары өтімділігі мен маневрлілігіне байланысты, сонымен бірге рамалық машинамен бірдей жүк сыйымдылығының бар болғанына қарамастан жүк көтергіштігін арттырудың белгілі бір резерві бар.

Түйін сөздер: өздігінен жүретін машина, топсалы-біріктірілген конструкция, өтімділік, маневрлік, бұрылулылық, тығыз жол жағдайы.

Өздігінен жүретін машиналармен жүк тасымалы қазіргі заманғы экономиканың маңызды салаларының бірі болып табылады, өйткені ол кез — келген елдің көлік инфрақұрылымының маңызды құрамдас бөлігін құрайды. Қазақстан үшін автомобиль жолдары желісі бұл әсіресе оның аумағының үлкен ұзындығына, автомобиль тасымалы көлемінің өсуіне және азаматтардың жеке иелігіндегі көлік құралдарының санының өсуіне байланысты болып келеді.

Тығыз жол жағдайларында жүк тасымалдауда қажетті негізгі технологияларды талдау оларды іске асыру кезіндегі шығындардың ең маңызды баптарының бірі сусымалы жүктерді тасымалдау болып табылатынын көрсетеді. Оларды тиеу-түсіру, тасымалдау, жеткізу және қоймалау кешенді процесс болып табылады. Мұның құны жұмыс құнының 25%-на жетуі мүмкін, ал еңбек сыйымдылығы құрылыстың жалпы еңбек сыйымдылығының 40%-на дейін болуы мүмкін. Сусымалы материалдарды құрылыс алаңында және одан тыс жерлерде тасымалдау самосвалдармен жүзеге асырылады. Қазіргі заманғы өндірушілер осы машиналардың кең ассортиментін ұсынады, сондықтан жұмысты жоспарлау кезеңінде оған жүктелген тапсырманы тиімді шешетін үлгіні таңдау өте маңызды. Мұндай таңдау өнімнің сапасы мен бәсекеге қабілеттілігін бағалау нәтижелері бойынша мүмкін болады, онда ол пайдалану қасиеттерінің жиынтығы, сондай-ақ машинаны пайдаланудың техникалық-экономикалық көрсеткіштері ретінде қарастырылады [1]. Үлгілерді таңдау сатысында мұндай тәсілді жүзеге асыру

машиналарды қолдану жағдайлары тұрғысынан айтарлықтай белгісіздікпен сенімді техникалық-экономикалық көрсеткіштердің болмауымен қиындай түседі.

Бұл тәсіл құрылыс самосвалдарын таңдауды негіздеу үшін де қолданылады. Олар өздігінен жүретін мамандандырылған жүк машиналарының ең көп таралған түріне жатады, аударылу әдісімен түсірілетін үйінді жүктерді тасымалдауға арналған күшейтілген металл шанақпен жабдықталады. Қазіргі заманғы жол құрылысында ең көп қолданылатыны-қатаң рамалық конструкциядағы жалғыз самосвал модельдері және өздігінен жүретін автопоездар. Олардың жүк көтергіштігі жоғары және бірқатар сөзсіз артықшылықтарға ие, олардың бірі жүктерді ұзақ қашықтыққа үздіксіз тасымалдау мүмкіндігі. Әдетте мұндай толық жетекті емес автомобильдердің тікелей салынып жатқан жол жағалауымен жүруі қиын болуы мүмкін. Бұған маневр жасау үшін әртүрлі жабдықтар мен материалдардың жиналуына, күрделі рельефке және тірек бетінің төмен жүк көтергіштігіне байланысты өте шектеулі кеңістік себеп болуы мүмкін. Бұл проблема топырақты тасымалдау үшін (құрылыс алаңындағы уақытша сақтау орнынан қоқыс төгетін жерге дейін) жүк көтергіштігі салыстырмалы түрде аз (20-25 тоннаға дейін) толық жетекті өздігінен аударғыштарды қолдану арқылы шешіледі.

Алайда, жоғарыда сипатталған кемшіліктерсіз самосвалдардың тағы бір түрі бар – ол топсалы-біріктірілген самосвалдар. Өкінішке орай, техниканың бұл түрі біздің елімізде танымал болған жоқ. Сонымен қатар, Англия мен Скандинавия елдерінде самосвал шассиінің бұл түрі басым болып табылады, біртіндеп қатаң рамалық конструкциялы автосамосвалдарын ығыстыруда[2]. Біріктірілген самосвал-бұл сусымалы материалдардың үлкен көлемін тасымалдауға арналған және жолсыз жұмыс кезінде дәстүрлі дизайндағы автосамосвалдарға балама ретінде пайдаланылатын жоғары өтімді мамандандырылған өздігінен жүретін машина. Бұл машиналардың басты айырмашылығы-оларды бұру принципі-басқарылатын доңғалақтардың бұрылуына байланысты емес, гидравликалық цилиндрлердің көмегімен топсалы-біріктірілген раманың байланыстарын мәжбүрліжинау болып табылады. Бұл дизайн доңғалақ үсті қуыстардың болмауына байланысты үлкен өлшемді шиналарды қолдануға мүмкіндік береді және машинаның жақсы маневрлігін қамтамасыз етеді. Қатаң рамалы самосвалдардан айырмашылығы, топсалы-біріктірілген самосвалдар тығыз жол жағдайларында, толық жолсыз жағдайларда, көтергіштігі төмен топырақтарда және тік беткейлерде жақсы өтімділікті көрсетеді. Гидравликалық кері байланысты басқару жүйесі топсалы-біріктірілген раманың секцияларын дәл және тегіс басқаруға мүмкіндік береді. Әдетте, рамалық бөлімдердің жиналу бұрышы 38-ден 45 градусқа дейін барады (әр бағытта), бұл операторға жоғары өтімділік қабілетіне қол жеткізе отырып, ауыр жол жағдайларында алдыңғы модульмен бұрылуға және маневр жасауға мүмкіндік береді[3].

2018 жылы ең ірі КамАЗ автоконцерні өзінің алғашқы КАМАЗ-6345-3101 топсалы-біріктірілген машинасын ұсынды, ол өкінішке орай автосамосвал емес болды. Құрылыс өндірісінің мүддесі үшін авторлар осы дизайнды оған самосвал жабдығын орнату арқылы жетілдіру мүмкіндігін бағалауға, сондай-ақ жаңа дизайнды негізгі пайдалану қасиеттерінің көрсеткіштері бойынша қатаң рамалық құрылымның қолданыстағы дәстүрлі моделімен салыстыруға шешім қабылдады. КАМАЗ сериялық самосвалдарға арналған компоненттерді кеңінен қолдана отырып, жобаланған машинаның жүк көтергіштігі 25,6 тоннаға дейін жетуі мүмкін болды, бұл мән қазіргі уақытта жол құрылысында ең көп сұранысқа ие — 20-дан 40 тоннаға дейінгі осы санаттағы машиналар бүгінде бүкіл әлемдік автосамосвалдар нарығының үштен бірін құрайды. Салыстыру үшін қатаң рамалық машина ретінде жүк көтергіштігі 24,8 тонна КамАЗ-65802 самосвалын пайдалану қарастырылды.

Жоғарыда келтірілген зерттеу нысандарына сәйкес, жүк көтергіштігі шамамен 25 тонна болатын, қатаң және топсалы-біріктірілген рамалары бар самосвалдар болды, ал зерттеу тақырыбы пайдалану қасиеттерінің жиынтығы ретінде олардың сапа деңгейін салыстырмалы бағалау болып табылады.

Салыстырудың ең сенімді нәтижелерін алу үшін ол екі түрлі әдіс бойынша жүргізілді. Олардың бірі $K_{тк}$ техникалық деңгейі коэффициенттерінің есептік мәнімен анықталатын машиналар сапасының жалпыланған көрсеткіштерін салыстыруға негізделген, екіншісі — колданудың тән жағдайларында машиналардың пайдалану мүмкіндіктерін сипаттайтын бірқатар нақты көрсеткіштерді тікелей салыстыруға негізделген.

Негіздеу жолдары. Техникалық деңгей коэффициенті бойынша салыстырмалы бағалау әдістемесі машинаның сапасын оның құрылымдық және есептік өнімділігін анықтайтын пайдалану қасиеттерінің жиынтығы ретінде қарастыруға негізделген. Сонымен қатар, жалпыланған сапа көрсеткіші ретінде қабылданған $K_{тк}$ техникалық деңгейінің коэффициенті бірқатар күрделі қасиеттердің интегралды көрсеткіші болып табылады, олардың әрқайсысы өлшенетін мәні бар жеке көрсеткіштермен сипатталатын жеке қасиеттерге дейін ыдырауға ұшырайды. Самосвалдар үшін күрделі қасиеттер ретінде функционалдылықты, марштық және маневрлік ұтқырлықты қарастыру ұсынылады. Функционалдык көрсеткіштері (жүк көтергіштігі, t ; шанақтың көлемі m^3 ; шанақтың аударылу бұрышы, град; шанақты түсіру бағыттарының саны) тікелей мақсаты — сусымалы жүктерді тасымалдау бойынша функцияларды орындау үшін машинаның бейімділігін сипаттайды.

Марштық ұтқырлық көрсеткіштері (меншікті қуаты, кВт/т; ең жоғары жұмыс жылдамдығы, м/с; трансмиссиядағы берілістер саны; жолдық отын шығыны, л/100 км) көлік құралының топырақты уақытша жинау орнынан үйінді себу орнына дейін тасымалдау маршруты бойынша барынша мүмкін жылдамдықпен қозғалу қабілетін және оның отын үнемділігін сипаттайды.

Маневрлік ұтқырлықтың көрсеткіштері (жетекші осьтердің саны; ең аз айналу радиусы, м; айналу кезіндегі габаритті дәліздің ең үлкен ені, м; доңғалақтың тірек бетіне меншікті қысымы, МПа; ең жоғары көтерілу бұрышы, град) машинаның құрылыс алаңының шектеулі кеңістігінде, оның ішінде көтеру қабілеті төмен топырақтарда маневр жасау және оның тарту мүмкіндіктері бойынша шекті көтерулерді еңсеру мүмкіндігін айқындайды[4].

$K_{ту}$ техникалық деңгейінің коэффициентін жалпыланған сапа көрсеткіші ретінде есептеу әдісі q_{ji} жеке көрсеткіштерінің белгілі сандық мәндеріне және олардың m_{ji} салмақтық коэффициенттеріне негізделген Q_j күрделі көрсеткіштерінің әрқайсысының сандық мәнін анықтауды қамтиды:

$$Q_j = \sum_{i=1}^n m_{ji} \cdot q_{ji},$$

мұндағы, n - j -ші күрделі қасиеттің бірлік көрсеткіштерінің саны.

Әрбір кешенді көрсеткішке оның P_j салмағы беріледі. $K_{ту}$ сапаның жалпыланған индикаторының сандық мәні күрделі көрсеткіштер мәндерінің олардың салмақтық коэффициенттеріне көбейтіндісінің қосындысы ретінде анықталады:

$$K_{ту} = \sum_{j=1}^k P_j \cdot Q_j,$$

мұндағы K -күрделі көрсеткіштердің саны.

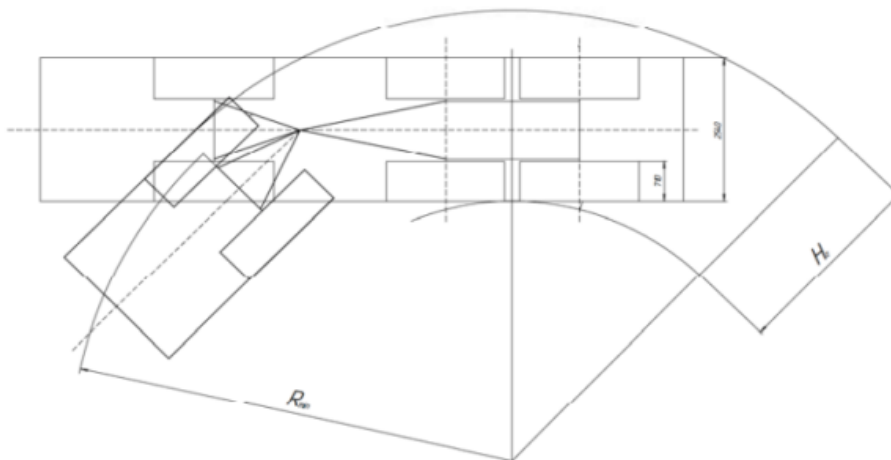
Кешенді және жеке көрсеткіштердің номенклатурасын негіздеу және олардың салмақтық коэффициенттерін анықтау сараптамалық бағалау әдісімен жүргізіледі. Алынған K мәні таңдалған аналогтармен салыстырғанда белгілі бір үлгінің техникалық жетілу деңгейіне сандық баға береді.

Үлгілерді тікелей салыстыру әдісі оны қолданудың нақты жағдайларында машиналардың пайдалану мүмкіндіктерін сипаттайтын көрсеткіштерді салыстыру негізінде жүргізуді көздейді. Топсалы-біріктірілген типтегі машиналар үшін мұндай көрсеткіштерге мынадай жағдайларды жатқызу ұсынылады:

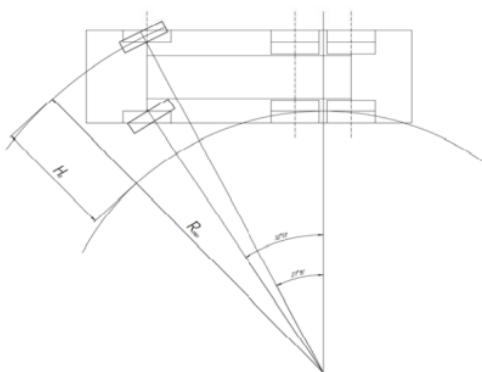
- машина қозғалтқышының тиімді қуатының (N_e , кВт) жүкпен оның толық салмағына ($M_{\text{полн}}$, 10^3 кг) қатынасы түріндегі машиналардың үлестік қуаты ($N_{уд}$, кВт/т);
- топырақтың қатты тірек бетіне қозғағыштың орташа қысымы ($q_{гр}$), мПа;
- тасымалданатын жүктің салмағын көбейтудің ($G_{гр}$, Н) оны тасымалдау жылдамдығына (V , м/с) машина қозғалтқышының тиімді қуатына (N , Вт) қатынасын білдіретін тасымалдау қабілетінің өлшемсіз көрсеткіші ($K_{пр}$);
- тасымалданатын жүк массасының ($M_{гр}$, кг) машинаның меншікті салмағына ($M_{сн}$, кг) қатынасы түріндегі машина массасын өлшемсіз пайдалану коэффициенті (k_m);
- жүк платформасы алаңының ($F_{пл}$, m^2) бүкіл машинаның габариттік алаңына қатынасы (F_m , m^2) түріндегі машинаның габариттік алаңын өлшемсіз пайдалану коэффициенті;
- машинаның ең аз бұрылу диаметрінің ($D_{мин}$, м) оның жалпы ұзындығына (L_g , м) қатынасы түріндегі салыстырмалы бұрылу диаметрі ($D_{отн}$).

Нәтижелер. Салыстырылатын үлгілердің $K_{ту}$ есептеу үшін q_{ji} жеке көрсеткіштерінің мәндері машиналардың техникалық сипаттамалары және олардың қозғалыс параметрлерін есептеу нәтижелері бойынша таңдалды. Машиналарды жол үйіндісі бойымен жылжыту кезіндегі жұмыс жылдамдығы мен жол шығыны олардың динамикалық сипаттамалары мен отын үнемділігінің графигі бойынша анықталды. Маневрлік көрсеткіштер есептеу-графикалық әдіспен анықталды, ал тірек бетіндегі меншікті қысым мәндері әдістеме бойынша есептелді.

Маневрлік көрсеткіштерді анықтау үшін 1 және 2 суретте көрсетілген дизайн схемалары қолданылды.



1-сурет: Топсалы-біріктірілген самосвалдың бұрылу схемасы



2-сурет: Рамалық конструкциялы машинаның бұрылу схемасы

Әлсіз деформацияланатын топырақ бойымен қозғалыс жағдайында доңғалақтардың тірек бетіндегі қысымы байланыс бетіндегі орташа қысыммен анықталады, оны шамамен есептеуге болады:

$$P_k = G_k / A_k, \text{ Па,}$$

мұндағы, A_k - түйісу ауданы, м^2 ;

$A_k = B_{\text{ш}} \cdot L_k$, мұндағы $B_{\text{ш}}$ - шина профилінің ені, м; L_k - түйісу бетінің ұзындығы, м;

$L_k = 2(r_c^2 + r_{\text{ст}}^2)^{0,5}$, мұндағы r_c - еркін және $r_{\text{ст}}$ - доңғалақтың статикалық радиусы, м.

Қатты рамалы машинаны 12.00R24 1230x319 шиналармен (статикалық радиусы 575 мм), ал артикулярлы машинаны Alliance 710/70R42 176A8 шиналарымен (статикалық радиусы 936 мм) жарақтандыру кезінде P_k мәндері тиісінше 0,56 және 0,31 МПа құрайды.

Техникалық деңгей коэффициенті бойынша үлгілерді салыстырмалы бағалау нәтижелері 1 - кестеде келтірілген.

Кесте-1

Техникалық деңгей коэффициенті бойынша үлгілерді бағалау нәтижелері

Көрсеткіштер Q_j	Көрсеткіштер салмағының коэффициенттері $m_{ji} P_j$	Көрсеткіштің сандық мәні Q_j	
		КамАЗ-65802	Біріктірілген машина
Функционалдылық			
Жүк көтерімділік, т	0,45	24,8	25,6
Шанақ көлемі, м^3	0,35	15	15
Аударылу бұрышы, град	0,10	50	50
Түсіру бағыттарының саны	0,10	1	1
Q_1	0,4	21,51	21,87
$P_1 Q_1$		8,60	8,75
Марштық ұтқырлық			
Меншікті қуаты, кВт / т	0,30	7,20	6,95
Максималды жұмыс жылдамдығы, м/с	0,35	11,74	12,66
Трансмиссиядағы берілістер саны	0,10	16	12
Отынның жолшығыны, л/100 км	0,25	61,9	62,1
Q_2	0,2	9,89	9,69
$P_2 Q_2$		1,98	1,94
Маневрлік ұтқырлық көрсеткіштері			
Олардың осы терінің саны	0,10	3	3
Максималды көтеру бұрышы, град	0,15	30	30

Минималды айналу радиусы, град	0,20	10,10	7,62
Габариттік дәліздінені, м	0,15	3,01	3,41
Түйісу алаңындағы үлестік қысым, мПа	0,40	0,48	0,12
Q_3		7,29	7,86
$P_3 Q_3$		2,91	3,14
$K_{\text{тукешендік көрсеткіші}}$		13,49	13,83

Тікелей салыстыру әдісі бойынша есептеу нәтижелері 2 - кестеде келтірілген.

Кесте-2

Машиналарды тікелей салыстыру әдістемесі бойынша есептеу нәтижелері

Машина	Көрсеткіштер					
	$N_{\text{уд}}$	$q_{\text{пр}}$	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{м}}$	$k_{\text{гп}}$	$D_{\text{отн}}$
Біріктірілген	6,95	0,12	9,5	0,061	0,057	1,376
КАМАЗ-65802	7,19	0,48	9,1	0,060	0,074	2,422

Машиналарды олардың техникалық деңгейі бойынша салыстыру нәтижелерін талдау тығыз жол жағдайында топсалы-біріктірілген самосвалды пайдалану рамалық модель машиналарына қарағанда жақсырақ екенін көрсетеді.

Үлгілерді тікелей салыстыру нәтижелері сонымен қатар бірлескен самосвалдың өтімділік, маневрлік, тасымалдау қабілеті және жаппай пайдалану коэффициенті бойынша артықшылығын көрсетті[5].

Қортынды. Тар жол жағдайларында КАМАЗ типіндегі автомобиль негізінде топсалы-біріктірілген рамасы бар самосвалды пайдалану қатаң рамалы машиналарға қарағанда тиімдірек болады. Салыстырудың түпкілікті нәтижесін макет үлгісін жасағаннан және салыстырмалы заттай сынақтар жүргізгеннен кейін ғана алуға болады. Есептеу қорытындылары расталған жағдайда осы типтегі жол-құрылыс машиналарын импортты алмастырудың нақты мүмкіндігі пайда болады.

Тығыз жол жағдайларында өздігінен жүретін машиналардың біріктірілген конструкциялық схемасы өндірістің өнімділігін арттырады. Өздігінен жүретін машинаның біріктірілген конструкциялық схемасын қолданысқа енгізу арқылы автокөлікпен тасымалданатын жүктің түрлерімен мен көлемін ұлғайтуға болады. Сонымен бірге, егер жүк тасымалдауда қолданылатын өздігінен жүретін машинаның біріктірілген конструкциялық схемасының тиімділігі тәжірбие жүзінде айқындалса, онда оны басқа мақсаттағы көлік түрлеріне де қолдануға жана мүмкіндіктер ашылады.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. Халтурин Р. А. Состояние и опыт строительства дорожной сети в России и за рубежом // Экономические науки. Экономика и управление. 2011. NQ (74). с. 223-226.
2. Жуков Е. А., Ильин С. В. Модернизация дорожного хозяйства России на основе инновационных технологий М.И.Р. Модернизация. Инновации. Развитие. 2017. Т. 8, 3. с. 348-356.
3. Фасхиев Х. А. Анализ методов оценки качества и конкурентоспособности грузовых автомобилей / Методы менеджмента качества. 2001. 3. С. 24—28; 4. с. 21-26.
4. РД 50-149-79. Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции. М.: Изд-во стандартов, 1979. 124 с.
5. В.Н.Добормиров, К.И. Фомин, У.Н. Мейке / Сравнительная оценка автосамосвалов с жесткой шарнирно-сочлененной рамой в условиях дорожно-строительного производства