



## Зирҳли Ғилдиракли Машиналарнинг Динамик Тавсифини Уларнинг Конструктив Хусусиятларига Боғлиқ Қуриш Ва Баҳолаш Усули

## Метод Построения Динамических Характеристик Бронированных Колёсных Машин В Зависимости От Их Конструктивных Особенности

## A Method of Construction and Of the Dynamic Characteristics Jf Armored Wheeled Vehicles Depending on Their Design Features

**Б.А.Алибоев**, Ўзбекистон Республикаси  
Жамоат хавфсизлиги университети доценти,  
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)  
**Н.Ш.Гулямов**, Ўзбекистон Республикаси  
Жамоат хавфсизлиги университети  
доценти, доцент

### ABSTRACT

Мақолада Ўзбекистон Республикаси Қуролли Кучларида қўлланилаётган зирҳли ҳарбий машиналар двигателининг ташқи тезлик ва тортиш параметрларини аниқлаш ҳамда уларнинг динамик тавсифларини қуриш масалалари кўрилган. Шунингдек, икки зирҳли машина мисолида бу тавсифларнинг солиштирма таҳлили келтирилган. Зирҳли ғилдиракли машиналарнинг турли йўл шароитларида қаршиликларни енгиб ўта олиш хусусиятларига таъсир этувчи омиллар асосланган

The article considers the issues of determining the external-speed and dynamic parameter of armored military vehicles used in the Armed Forces of the Republic of Uzbekistan, and also constructs their speed and dynamic characteristics. On the example of two armored personnel carriers, a comparative analysis of these characteristics is given. The factors affecting the dynamic properties of armored wheeled vehicles under various road conditions are substantiated.

### ARTICLE INFO

Received: 11<sup>th</sup> April 2022

Revised: 11<sup>th</sup> May 2022

Accepted: 24<sup>th</sup> June 2022

**KEYWORDS:** зрҳли ғилдиракли машина, двигателнинг самарали қуввати, трансмиссиянинг механик фойдали иш коэффиценти, ғилдиракларнинг думалашига қаршилик кучи, динамик омил, динамик тавсиф, йўлнинг келтирилган қаршилик коэффиценти. The article considers the issues

of determining the external-speed and dynamic parameter of armored military vehicles used in the Armed Forces of the Republic of Uzbekistan, and also constructs their speed and dynamic characteristics. On the example of two armored personnel carriers, a comparative analysis of these characteristics is given. The factors affecting the dynamic properties of armored wheeled vehicles under various road conditions are substantiated.

Ўзбекистон Республикаси Қуролли Кучларида конструктив хусусиятлари ва ёнилғи тежамкорлиги юқори бўлган жанговар зирхли машиналар қўлланилмоқда.

Янги ғилдиракли ва занжирли зирхли машиналарни лойиҳалашда ёки уларнинг мақбулини танлашда уларнинг динамик кўрсаткичларини баҳолаш муаммоси пайдо бўлади.

Айниқса бу ғилдиракли ва занжирли жанговар машиналар учун муҳим ҳисобланиб, уларда динамик параметрлар ёнилғи тежамкорлиги ва машинанинг экологиклик талабларига нисбатан юқори имтиёзга эга бўлади.

Бундан ташқари, ҳар қандай машина ҳам юқори қувватга эга бўлиши мумкин, аммо, трансмиссиясининг тузилиши ва тезлик параметрларига кўра ушбу қувватни тортиш кучига тўлиқ айлантира олмаслиги мумкин.

Юқорида келтирилган масалаларни ечиш учун ғилдиракли жанговар зирхли машиналар назариясида динамик фактор, уринма тортиш кучи, белгиланган тезликка эришгунча шиғовланиш вақти ва йўли ҳамда тезланишлар графиги каби кўрсаткичлар аниқланади [1-3].

Зирхли транспортер шундай машинаки, унинг двигатели ҳосил қилган буровчи момент трансмиссия агрегатлари орқали етакчи ғилдиракларга узатилади ва уларнинг йўл юзаси билан таъсирлашуви натижасида уринма куч ҳосил бўлиб, уни ҳаракатга келтиради. Бундай воситаларга енгил ва юк машиналари, автопоездлар, автобуслар ҳам киради. Автотранспорт воситаларини ишлатиш шароитлари турлича бўлганлиги сабабли, уларнинг эксплуатацион хусусиятлари ҳам ўзига хосдир [1].

Зирхли жанговар техника мураккаб машина бўлиб, қатор эксплуатацион хусусиятларга эга. Бу хусусиятларга энергия самарадорлик, ёнилғи тежамкорлиги, ҳаракат раволиги, ўтувчанлик, бурилувчанлик, турғунлик, ишончлилик ва техник хизмат кўрсатиш ҳамда таъмирлашнинг қулайлиги киради.

Машинанинг унумдорлигига двигатель қуввати, машинанинг тортиш сифати, тезлиги, унинг конструкцияси, компоновкаси ҳамда йўл қоламасининг ҳолати таъсир кўрсатади.

Эксплуатацион хусусиятлар назариясининг замонавий ривожланиш бошқичлари ҳар бир хусусиятни алоҳида тадқиқ қилиш, “машина-ҳайдовчи-йўл” комплекс тизимини баҳолаш ва техник параметрларини оптималлаштириш билан тавсифланади.

Тадқиқотга бундай ёндашиш машинани лойиҳалаш босқичларидаёқ рационал конструкцияни яратиш, турли иқлим шароитларида фойдаланишда эса максимал самарадорликни таъминлашга асос бўлади.

Машинанинг динамик хусусиятларини максимал тезлик, шиғовланишдаги тезланиш ёки тормозланишдаги секинланиш, ички ёнув двигателининг эффектив қуввати, динамик фактори ва ташқи-тезлик тавсифи белгилайди. Бу параметрлар лойиҳавий тортиш ҳисоби орқали аниқланади. Уларнинг қиймати белгиланган йўл шароитларида оптимал тезлик ва тезланиш билан ҳаракатланиш, шунингдек, оғир йўл шароитларида суммар қаршиликларни енга олиш имкониятларини белгилайди. Олинган маълумотлар асосида машинанинг оптимал конструктив параметрлари шакллантирилади [2].

Зирҳли жанговар машиналарнинг конструкциялари йил сайин ривожланиб бормоқда. Бу машиналарнинг конструктив параметрлари турлича бўлганлиги туфайли уларнинг динамик хусусиятлари ҳам турличадир. Шу сабабли бизда баъзи зирҳли машиналарнинг динамик хусусиятларини тадқиқ қилиш ва солиштирма таҳлил қилиш зарурияти пайдо бўлди.

Ушбу тадқиқот мақсади зирҳли жанговар машиналарнинг динамик параметрларини ва ёнилғи тежамкорлигини солиштирма таҳлил қилиш ҳисобланади. Бу тадқиқотни амалга оширишда Ўзбекистон Республикаси Қуролли Кучларида қўлланилаётган БТР-70 ва БТР-80 ғилдиракли зирҳли машиналари танлаб олинди.

Динамик параметрларни аниқлаш учун зирҳли транспортерларнинг техник тавсифларини 1-жадвалга мувофиқ кўриб чиқамиз.

1-жадвал

Зирҳли транспортерларнинг асосий техник тавсифи

Параметрлар	Зирҳли транспортер моделлари	
	БТР-80	БТР-70
Узунлиги, мм	7650	7535
Баландлиги, мм	2350	2235
Кенглиги, мм	2900	2800
Машинанинг тўла массаси, кг	14000	11500
Двигателнинг максимал қуввати, кВт/ок	191/260	177/241
Максимал қувватга тўғри келувчи айланишлар сони, айл/мин	( 2600 )	( 3400 )
Двигателнинг максимал буровчи моменти ва унга тўғри келувчи айланишлар сони, Нм (айл/мин)	785 (1600-1800)	580 (2300-2500)
Максимал тезлиги, км/соат	80	80
Узатмалар қутисининг узатишлар сони	7,82; 4,03; 2,5; 1,53; 1; оп.х 7,38	6,55; 3,09; 1,7; 1,0; оп.х 7,77
Тақсимлаш қутисининг секинлаштирилган узатмасидаги узатишлар сони	1,89	1,89
Тақсимлаш қутисининг тўғри узатмасидаги узатишлар	0,76	1

сонни		
Бош узатманинг узатишлар сони	1,846	1,846
Ғилдирак олди редуктор узатишлар сони	4,33	4,33
Етакчи ғилдирак радиуси, м	0,49	0,49

Двигателнинг ташқи тезлик тавсифини қуриш учун тўла юкланган машинанинг максимал тезликда яхши шароитли горизонтал йўлда ҳаракатланган ҳолатдаги двигатель қуввати аниқланади [3]

$$N_v = \frac{\left[ \left( \frac{f \cdot G_m \cdot v_{\max}}{3600} \right) + \left( \frac{k_w \cdot F_m \cdot v_{\max}^3}{47 \cdot 1000} \right) \right]}{\eta_{mp}}$$

Бу ерда  $f$  – ғилдиракларнинг думалашига қаршилик коэффиценти;  $G_m$  – машинанинг тўла оғирлиги, кН;  $v_{\max}$  – машинанинг максимал тезлиги, км/соат;  $k_w$  – ҳавонинг қаршилик коэффиценти, Н·с<sup>2</sup>/м<sup>4</sup>;  $F_m$  – машина пешона қисмининг юзаси, м<sup>2</sup>;  $\eta_{mp}$  – трансмиссиянинг механик фойдали иш коэффиценти.

Ушбу қувватга тўғри келувчи двигатель тирсакли валининг айланишлар сони

$$n_v = \frac{v_{\max} \cdot i_o}{0,377 \cdot r_k},$$

бу ерда  $i_o$  – бош узатма узатишлар сони;  $r_k$  – ғилдиракнинг динамик радиуси, м.

Ғилдиракларнинг думалашига қаршилик коэффиценти қуйидагича аниқланади:

$$f = f_o \left( 1 + 4,5 \cdot 10^{-5} \cdot v_a^2 \right),$$

бу ерда  $f_o$  – паст тезликдаги думалашга қаршилик коэффиценти:  $f_o=0,014...0,018$  – асфальт-бетонли йўл учун.

Кейинги ҳисобларда тирсакли вал айланишлар сонининг оралик қийматлари учун қувват қийматлари аниқланади

$$N_x = N_{\max} \left[ a \frac{n_x}{n_{\max}} + b \left( \frac{n_x}{n_{\max}} \right)^2 - c \left( \frac{n_x}{n_{\max}} \right)^3 \right],$$

бу ерда  $N_{\max}$  – двигательнинг максимал қуввати, кВт;  $n_x$  – двигатель айланишлар сонининг оралик қийматлари, айл/мин;  $n_{\max}$  – двигательнинг максимал айланишлар сони, айл/мин;  $a, b, c$  – статик коэффицентлар, бензинли двигателлар учун:  $a=b=c=1$ ; дизель двигателлари учун  $a+b+c=1$ .

Қувватнинг оралик қийматлари учун буровчи моментнинг қийматлари ушбу ифода ёрдамида аниқланади

$$M_x = \frac{N_x}{\omega_x} = \frac{30N_x}{\pi \cdot n_x},$$

бу ерда  $\omega_x$  – двигательнинг бурчак тезлиги, рад/с.

Бензинли двигателлар учун ёнилғининг солиштирма сарфи қуйидаги ифодадан аниқланади

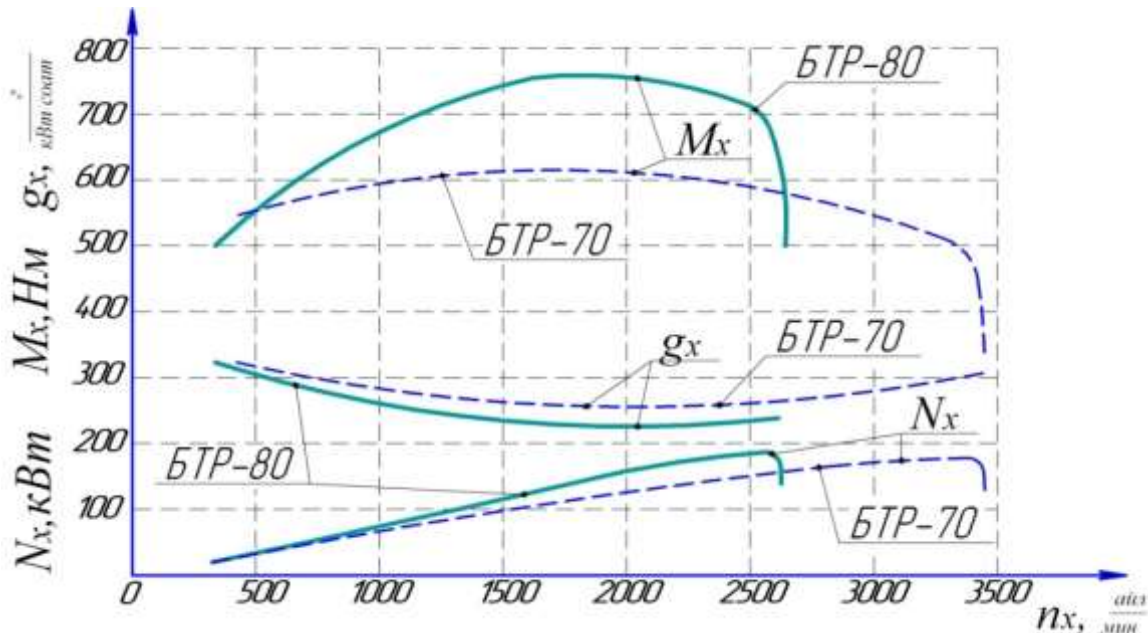
$$g_x = g_N \left[ 1,2 - 1,2 \left( \frac{n_x}{n_{\max}} \right) + \left( \frac{n_x}{n_{\max}} \right)^2 \right],$$

бу ерда  $g_N$  – двигательнинг максимал қувватига тўғри келувчи ёнилғининг солиштирма сарфи, г/кВт·соат.

Дизель двигателлари учун ёнилғининг солиштирма сарфи қуйидаги ифодадан аниқланади

$$g_x = g_N \left[ 1,55 - 1,55 \left( \frac{n_x}{n_{\max}} \right) + \left( \frac{n_x}{n_{\max}} \right)^2 \right].$$

Барча ҳисоблар Microsoft Excel 2010 дастурларида амалга оширилди ҳамда олинган параметрлар бўйича БТР-70 ва БТР-80 ғилдиракли зирҳли машиналар двигателининг ташқи тезлик тавсифлари қурилди (1-расм).



1-расм. БТР-70 ва БТР-80 жанговар машиналари двигателларининг ташқи тезлик тавсифлари:  $N_x$  – двигатель қуввати;  $M_x$  – двигатель буровчи моменти;  $g_x$  – ёнилгининг солиштирма сарфи.

Кейинги босқичда машиналарнинг барча узатмаларидаги трансмиссиянинг фойдали иш коэффициенти (ФИК) аниқланади [4]

$$\eta_{mp} = \eta_u^n \cdot \eta_k^m (1 - \xi),$$

бу ерда  $\eta_u$  – мос узатмада илашмага кирган цилиндрик тишли узатмалар ФИК:  $\eta_u=0,985$ ;  $n$  – илашмага кирган цилиндрик тишли узатмалар жуфтлиги сони;  $\eta_k$  – мос узатмада илашмага кирган конуссимон тишли узатмалар ФИК:  $\eta_k=0,975$ ;  $m$  – илашмага кирган конуссимон тишли узатмалар жуфтлиги сони;  $\xi$  – салт ишлашдаги йўқотишларни ҳисобга олувчи коэффициент:  $\xi=0,02...0,03$ .

Узатмалар қутисининг ва бош узатманинг узатишлар сони машиналарнинг техник тавсифидан олинади. Шунга кўра барча узатмаларда трансмиссиянинг узатишлар сони аниқланади

$$i_{mp} = i_k \cdot i_o \cdot i_{pk} \cdot i_{kp}.$$

Бу ерда  $i_k$  – узатмалар қутисининг узатишлар сони;  $i_{pk}$  – тақсимлаш қутисининг узатишлар сони;  $i_{kp}$  – ғилдирак олди редукторининг узатишлар сони.

Трансмиссиянинг барча узатмаларидаги тезлик қуйидаги ифода бўйича аниқланади

$$v_x = \frac{\omega_x \cdot r_k}{i_{mp}}.$$

Йўлнинг горизонтал участкаси бўйлаб ҳаракатланаётган машинанинг тортиш баланси тенгламаси қуйидаги кўринишда бўлади

$$P_k = P_w + \psi G_m \pm \frac{\delta_{айл} G_m j_m}{g},$$

бу ерда  $P_{\kappa}$  – машина ғилдиракларида ҳосил бўлган уринма тортиш кучи, Н;  $\psi$  – йўлнинг келтирилган қаршилиқ коэффициент;  $\delta_{айл}$  – машинанинг айланиб ишловчи массаларини ҳисобга олувчи коэффициент;  $j_m$  – машинанинг тезланиши, м/с<sup>2</sup>.

Бу ердан

$$P_{\kappa} - P_w = G_M \left( \psi \pm \frac{\delta_{айл} j_m}{g} \right).$$

Ифодадаги  $P_{\kappa} - P_w$  кучларнинг фарқи - машина ҳаракатида шамолнинг қаршилигидан бошқа барча ташқи қаршилиқларни енгилга зарур бўлган тортиш кучи бўлиб, у машина оғирлиги  $G_M$  га пропорционал бўлади.

Шунинг учун  $P_{\kappa} - P_w / G_M$  муносабат машинанинг бирлик оғирлигига тўғри келувчи тортиш кучининг заҳирасини билдиради. Машинанинг бундай динамик ўлчов бирлиги, хусусан тортиш-тезлик параметрларини баҳолавчи катталиқ – машинанинг динамик фактори деб аталади.

Шунга кўра динамик фактор қуйидагича аниқланади

$$D = \frac{P_{\kappa} - P_w}{G_M} = \left[ \frac{\left( M_{\delta} \cdot i_{mp} \cdot \eta_{mp} \right) - k_w \cdot F_M \cdot v_M^2}{r_{\kappa} G_M} \right].$$

Бу ерда  $M_{\delta}$  – двигателнинг буровчи моменти, Нм.

Юқоридаги ифода ёрдамида жанговар машиналарнинг барча узатмалари учун динамик факторни аниқлаймиз.

Машиналарнинг шиғовланиш параметрларини баҳолаш учун уларнинг барча узатмаларидаги тезланишни аниқлаймиз

$$j_m = \frac{(D - \psi)g}{\delta_{айл}}.$$

Йўлнинг келтирилган қаршилиқ коэффициенти  $\psi$  йўл қопламасидан машина ғилдиракларига бўлган суммар қаршилиқларни ҳисобга олади ва қуйидагича аниқланади

$$\psi = f \pm i,$$

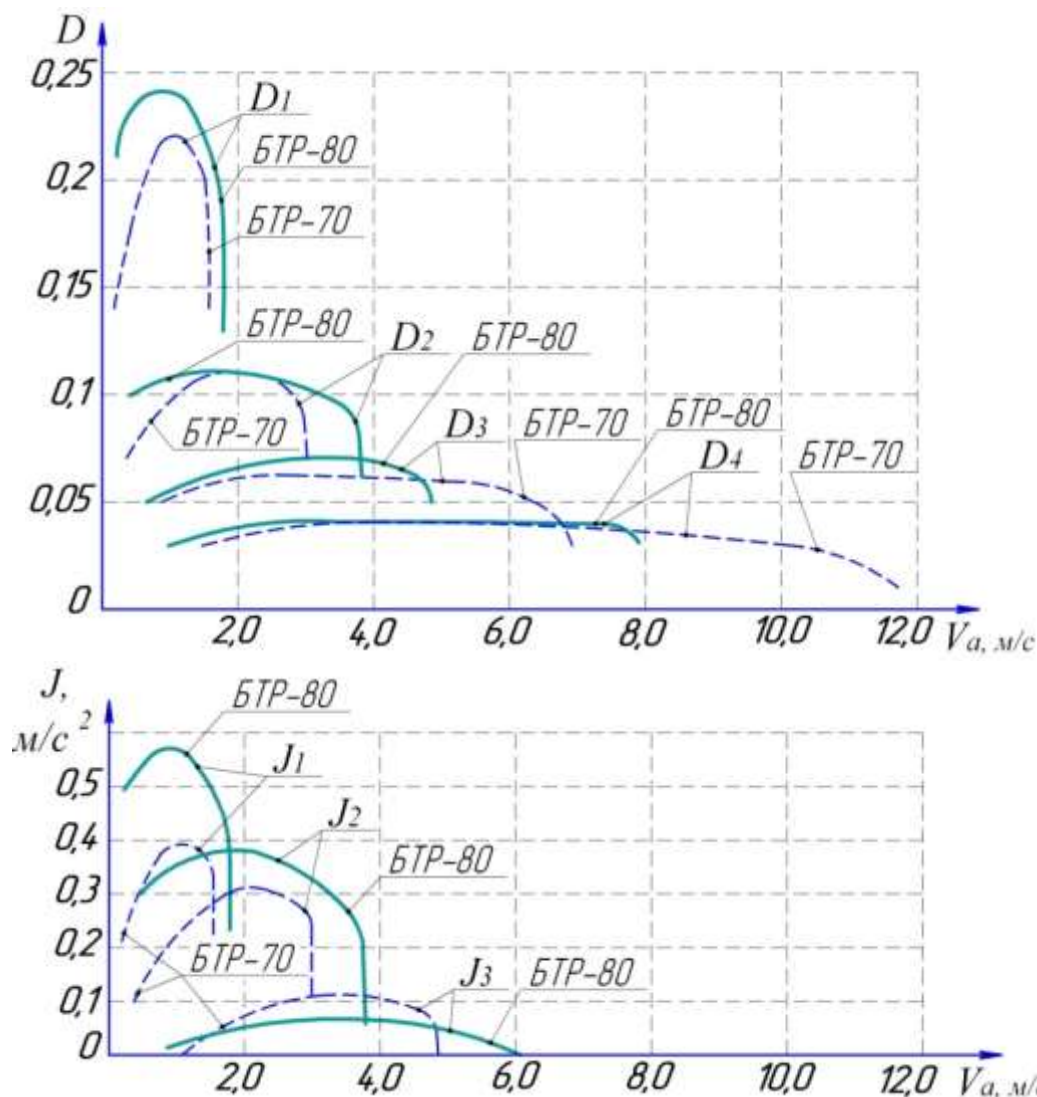
бу ерда  $i$  – йўлнинг 1/100 улушдаги қиялиги:  $i = h/l$ ;  $h$  – йўл қиялигининг баландлиги, м;  $l$  – йўл қиялигининг узунлиги, м; плюс ишораси машинанинг баландликка ҳаракатланиш ҳолати учун, минус ишораси эса қияликка ҳаракатланиш ҳолати учун.

Машинанинг айланиб ишловчи массаларини ҳисобга олувчи коэффициент қуйидаги эмпирик формула орқали аниқланади

$$\delta_{айл} = 1,04 + 0,05i_{\kappa}^2.$$

Барча ҳисоблаб топилган параметрлар асосида жанговар машиналарнинг динамик тавсифлари курилади (2-расм).





2-расм. БТР-70 ва БТР-80 машиналарининг турли узатмалардаги динамик тавсифлари:  $D$  – машинанинг динамик фактори;  $j$  – машинанинг тезланиши.

Машинанинг ташқи тезлик ва динамик тавсифлари уларнинг паспорт маълумотларини беради. Аниқланган параметрларнинг солиштирма таҳлили эса уларнинг эксплуатацион ва динамик хусусиятларини баҳолаш имконини беради.

БТР-70 ва БТР-80 машиналарининг тортиш-тезлик кўрсаткичларини аниқлаш ҳамда динамик тавсифларини куриш орқали олинган натижалар солиштирма таҳлил қилинганда, қуйидаги хулосалар шаклланди:

1. Двигателнинг тирсакли вали  $n_x=2000$  айл/мин бўлганда, буровчи момент БТР-80 машинасида  $M_x=760$  Нм, БТР-70 машинасида  $M_x=615$  Нм бўлмоқда. Буровчи момент миқдори БТР-80 машинасида БТР-70 га нисбатан ўртача 21% юқори экан. Солиштирма ёнилғи сарфи БТР-80 да  $g_x=226$  г/кВт·соат, БТР-70 да эса  $g_x=257$  г/кВт·соат. Бу эса БТР-80 машинасида ёнилғи тежамкорлиги 12% юқори эканлигига далолат қилмоқда.

2. Машиналарнинг динамик фактори  $D$  йўлнинг қаршилиги ва машинанинг инерцион юкланиши билан узвий боғлиқ. Яъни  $D$  қанча юқори бўлса, етакчи ғилдиракларда ҳосил бўлган уринма тортиш кучи  $P_k$  шунча катта бўлади, шамолнинг қаршилик кучи  $P_w$  шунчалик камаяди.

3. Машинанинг динамик фактори  $D$  унинг тезлиги  $v_a$  ва трансмиссиядаги узатишлар сони  $i_{mp}$  га боғлиқ ўзгаради ҳамда турли машиналарнинг тортиш-тезлик, шиғовланиш хусусиятларини машина оғирлиги ва юк кўтарувчанлигини ҳисобга олмаган ҳолда таққослаш имкониятини беради.

4. БТР-80 жанговар машинаси узатмалар кутиси I-узатмасида ва тақсимлаш кутисининг секинлаштирилган узатмасида динамик факторнинг максимал қиймати  $D_I=0,24$ ; БТР-70 машинаси узатмалар кутиси I-узатмасида ва тақсимлаш кутисининг секинлаштирилган узатмасида  $D_I=0,22$  бўлди. Демак, йўлнинг келтирилган қаршилиқ коэффициенти  $\psi_{1\max}$  ни енга олиш қобилияти БТР-80 машинасида БТР-70 машинасига нисбатан 8% юқори экан.

5. БТР-80 машинасининг шиғовланишдаги максимал тезланиши  $j_I=0,56\text{м/с}^2$ ; БТР-70 машинасининг максимал тезланиши  $j_I=0,39\text{м/с}^2$ . Яъни БТР-80 машинасининг шиғовланиш кўрсаткичи БТР-70 машинасиникига нисбатан 30% юқори.

6. Олиб борилган ҳисоблар ва тавсифларнинг натижалари ушбу жанговар техникалар эксплуатация қилинаётган ҳарбий қисмлар учун йўриқнома сифатида тавсия этилади ҳамда ҳарбий муҳандислар учун фойдали қўлланма бўлади.

### Адабиётлар

1. Методика расчёта тягово-скоростных свойств и топливной экономичности машин на стадии проектирования: Учебное пособие. // Д.Е. Вохминов, В.В. Коновалов, В.В. Московкин и др. – М.: МГТУ «МАМИ», 2000. – 43 с.

2. Смирнов Г.А. Теория движения колесных машин. – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.

3. Никонов В.Д. Бронированные боевые колесные машины и военные автомобили. Основы теории и конструкции. – М.: Военное издательство, 1990 – 293 с.

**Б.А. Алибоев**, доцент Университета Общественной безопасности Республики Узбекистан, доктор философии по техническим наукам (PhD), капитан

**Н.Ш. Гулямов**, старший преподаватель Университета Общественной безопасности Республики Узбекистан, доцент, подполковник

### МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ И ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ БРОНИРОВАННЫХ КОЛЕСНЫХ МАШИН В ЗАВИСИМОСТИ ИХ КОНСТРУКТИВНЫХ СВОЙСТВ

**B.A. Aliboev**, assistant professor of Public safety university of Republic of Uzbekistan, captain

**N.Sh. Gulyamov**, senior teacher of Public safety university of Republic of Uzbekistan, assistant professor, lieutenant colonel

### METHOD FOR CONSTRUCTING AND EVALUATING THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF ARMORED WHEELED VEHICLES DEPENDING ON THEIR DESIGN PROPERTIES.