

УДК 656.21.001.2

## ON THE DYNAMICS OF THE MOVEMENT CARRIAGE IN THE ACCELERATING GRABLE THE MARSHALLING YARD

Саидвалиев Ш.У.<sup>1</sup>, Ергашева З.В.<sup>1</sup>  
Saidivaliev Sh.U.<sup>1</sup>, Ergasheva Z.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта  
(Ташкент, Узбекистан)

<sup>1</sup> – Tashkent Institute of Railway Engineers (Tashkent, Uzbekistan)

**Abstract:** The article presents the results of studies of the movement of the carriage on the slope hump (including brake position) when exposed to the forces of wind. Maintaining acceptable speed impacts and screening the Park can be achieved by changing the profiles of individual sections of the drain side hump or application of additional wagon retarders.

**Key words:** Railway, station, marshaling hump, car, the rational mode of movement, the combined power of the brake position.

## О ДИНАМИКЕ СКАТЫВАНИЯ ВАГОНА ПО УСКОРЯЮЩЕМУ УКЛОНУ СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

**Аннотация:** В статье изложены результаты исследований движения вагона по уклону сортировочной горки (включая тормозные позиции) при воздействии силы попутного ветра. Обеспечение допустимых скоростей соударения на сортировочном парке может быть достигнуто изменением профилей отдельных участков спускной части сортировочной горки или применением дополнительных вагонных замедлителей.

**Ключевые слова:** Железная дорога, станция, сортировочная горка, вагон, рациональный режим роспуска, сочетание мощностей тормозных позиций

## ВАГОННИНГ САРАЛАШ ТЕПАЛИГИНИНГ ТЕЗЛАШТИРАДИГАН ҚИЯЛИГИ БЎЙЛАБ СИРПАНИБ ТУШИШ ДИНАМИКАСИ

**Аннотация:** Мақолада саралаш тепалигидан (тормоз позицияларни ҳисобга олганда) вагон ҳаракатига бўйлама эсан шамол кучининг таъсири тадқиқоти натижалари келтирилган. Саралаш паркида тўқнашувнинг йўл қўйилган тезлигини таъминлашга, саралаш тепалиги тушириш қисми алоҳида бўлимларининг профилларини ўзгартириш ёки қўшимча вагон тўхтатгичлари ёрдамида эришиш мумкин.

**Калит сўзлари:** темир йўл, бекат, саралаш тепалиги, вагон, рационал тушириш режими, тормоз позицияси кучларининг комбинацияси

**Кириш:** Вагонларнинг саралаш тепаликларидан сирпаниб тушиш динамикаси бўйича ишлар ва саралаш қурилмаларини лойиҳалаштириш бўйича амалдаги меъёрий ҳужжатларнинг таҳлили бугунги кунда саралаш тепаликларининг пасайиш (тушиш) қисмларида вагонлар ва ажратмалар ҳаракатланишининг кинематик тавсифларини аниқлаш методикаси йўқлиги тўғрисида хулоса қилиш имконини беради.

Саралаш тепаликлари пасайиш қисмининг бўйлама профили рационал параметрларини аниқлаш муаммоси кўп йиллар давомида долзарб бўлиб келмоқда. Масалан, ушбу масалага, шунингдек юк поездлари таркибларини механизациялашмаган саралаш тепаликларидан саралаш ишлари самарадорлигини оширишга, ажратмаларнинг саралаш тепаликларидан сирпаниб тушиши тезлигини мувофиқлаштиришга қатор ишлар бағишланган [1 – 27].

**Барча мавжуд ишларда, ҳисоб-китобларнинг амалдаги методикаларида сирпаниб тушиш тезлиги саралаш тепалигининг ҳар бир участкасида меъёрлаштирилиб, сўнг ҳаракатланиш вақти ҳисоблаб топилади ва бунда ҳаракатланиш характери физик жараёнларнинг ҳақиқий мазмунини ҳисобга олмайди.**

**Масаланинг қўйилиши.** Вагоннинг саралаш тепалиги пасайиш (тушиш) қисми, шу жумладан тормоз позицияларидан сирпаниб тушиш динамикасини график кўринишида тақдим этиш.

**Тадқиқот услублари.** Ушбу вазифани ҳал қилиш учун [28-31] саралаш тепаликлари бўйлама профили участкаларида вагонлар ва ажратмалар ҳаракатланишининг кинематик тавсифлари ҳисоб-китобининг аниқлаштирилган методикаси таклиф қилиниб, у турли тарқатиш режимлари, иқлим шароитлари, техник воситалар ва бўйлама профиларда ҳаракат параметрларини объектив баҳолаш имконини беради.

Бундан ташқари, таклиф қилинган методика тарқатишнинг рационал режимини ва “Техник фойдаланиш қодалари”да белгилаб қўйилган вагонларнинг саралаш паркларидан йўл қўйиладиган бир-бирига урилиш тезликларига риоя қилинишини таъминлайдиган уйғунлигини белгилаб олиш имконини беради.

Ишлаб чиқилган аниқлаштирилган методика саралаш тепаликлари бўйлама профили участкаларида вагонлар ҳаракатланиш кинематик тавсифлари автоматлаштирилган ҳисоб-китоб дастурининг асосини ташкил қилиб [32], у вагоннинг саралаш тепаликлари бўйлама профили участкаларида тезлашишлари, ҳаракатланиш тезликлари ва ҳаракатланиш вақтини ҳисоб-китоб қилиш учун мўлжалланган. Дастур учун бошланғич маълумотлар сифатида ишлаб турган саралаш тепаликларининг техник-эксплуатацион тавсифлари ишлатилади.

Дастур реал, ушбу вақтга келиб ва шу жойда шакланган шароитларга мослаштирилган бўлиб, бунда тепаликнинг исталган участкаси  $k$  геометрик параметрлари (участка қиялиги  $i_k$ , узунлиги  $l_k$ ) масалан, муайян об-ҳаво-иқлим шароитларига осонлик билан мослаштирилиши назарда тутилади.

**Ҳисоб-китоб натижалари.** Профил қиялиги ва унинг учинчи тормоз позициясидаги эгриликда жойлаштирилиши вагоннинг саралаш тепалигидан ҳаракатланиш кинематик тавсифларига таъсирини номи келтирилган ҳисоб-китоблар дастури ёрдамида тадқиқ этиш натижаларини келтирамиз [32].

Тарқатишнинг куйидаги шартлари кўриб чиқилган:

- йўл-йўлакай шамол таъсирида «жуда ёмон югурувчи» тарзидаги ҳаракатланиш;
- тормоз позициялари (1ТП, 2ТП ва 3ТП) қувватларидан тўлиқ фойдаланилади.
- учинчи тормоз позицияси (3ТП) йўлнинг тўғри ва эгри участкаларида жойлашган.

Аввал профил ичига қараб эзилган (вогнутость) ҳолатдаги шароитларга риоя қилиниш (масалан, биринчи тезланиш участкасида (СК1) – 35 %, иккинчи тезланиш участкасида (СК2) – 18 %, биринчи тормоз позициясида (1ТП) – 13 %, оралик масофада (ПР) – 10 %, иккинчи тормоз позициясида (2ТП) – 10 %, стрелкали ўтказгич зонасида (СЗ) – 1,2 %, саралаш йўлининг биринчи участкасида (СП1) – 1,0 %, саралаш йўлининг иккинчи участкасида (СП2) – 0,6 %) ҳамда учинчи тормоз позицияси йўлнинг тўғри участкасида жойлашган ҳолатини кўриб чиқамиз.

Ҳисоб-китоб натижалари тушиш тепалигининг ҳар бир участкасида  $l_k$  вагон ҳаракатланиш тезлашиши  $a_k$ , вақти  $t_k$  ва тезлиги  $v_k$ нинг график боғлиқликлари уларни қуриш учун қулай кўринишда 1-жадвалга жамланган, яъни

$$a_k = f(l_k), t_k = f(l_k), \text{ ва } v_k = f(l_k).$$

Тадқиқотдан олинган натижалар таҳлили учинчи тормоз позициясининг (3ТП) йўлнинг тўғри участкасида жойлашган ҳолида вагон ҳисобий нуқтага (РТ) яқинлашишида унинг тезлиги  $v_{кРТ} \approx 2,1$  м/с (ёки  $\approx 7,5$  км/с) га етади деб хулоса қилиш имконини беради. Айтиш лозимки,  $v_{кРТ} \approx 2,1$  м/с бўлганида вагоннинг ўртача ҳаракатланиш тезлиги  $v_{кРТср} \approx 1,53$  м/с га тенг бўлиб, бу

вагоннинг иккинчи саралаш йўли (СП2) участкасидаги,  $[v_{кPT}] = 2,0$  м/с га тенг вагоннинг йўл қўйиладиган ўртача ҳаракатланиш тезлигига нисбатан пастроқ.

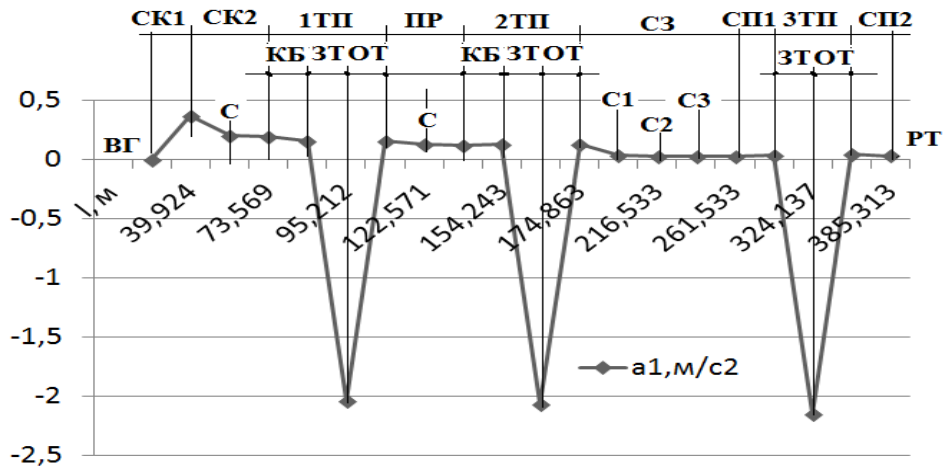
Шундай қилиб, берилган тарқатиш режимида вагонларнинг тепа ости паркида вагонлар гуруҳига яқинлашиш норматив тезлиги (5 км/с) таъминланади [20].

## 1-жадвал

Учинчи тормоз позицияси йўлнинг тўғри участкасида жойлашганида саралаш тепалигининг пасайиш (тушиш) қисми бўйлаб вагон ҳаракатланиши кинематик тавсифларининг ҳисоб-китоби натижалари.

Тепа пасайиш қисми участкалари	Тепа пасайиш (тушиш) қисми участкалари элементлари	$l_k$	$i_k$	$h_k$	$a_k$	$t_k$	$v_k$	
		Бериладиган катталиклар		Ҳисоблаб топиладиган катталиклар				
		м	‰	м	м/с <sup>2</sup>	с	м/с	км/соат
	ВГ	-		-	-	-	1,7	6,12
СК1	СК1	39,924	35	1,396	0,372	10,779	5,708	20,55
СК2	С гача	54,935	18	1,666	0,205	13,294	6,224	22,41
	С дан кейин	73,569		2,001	0,20	16,156	6,795	24,46
1ТП	КБ	81,87	13	2,109	0,156	17,361	6,983	26,18
	ЗТ	95,212		2,125	-	20,761	0,057	0,205
	ОТ	102,57		2,239	0,156	30,98	1,652	5,95
ПР	С гача	122,571	10	2,439	0,127	39,98	2,792	10,05
	С дан кейин	143,842		2,649	0,121	46,64	3,596	12,95
2ТП	КБ	154,243	10	2,753	0,127	49,398	3,945	14,2
	ЗТ	158,15		2,791	-	51,298	0,019	0,067
	ОТ	174,843		2,959	0,127	67,456	2,065	7,435
СЗ	С1 гача	190,843	1,2	2,978	0,04	74,692	2,357	8,49
	С1	216,533		3,009	0,033	84,858	2,697	9,71
	С2	237,533		3,034	0,033	92,305	2,943	10,6
	С3	261,533		3,063	0,033	100,115	3,2	11,53
СП1	СП1	320,713	1,0	3,122	0,038	116,926	3,837	13,81
ЗТП	ЗТ	326,963	1,5	3,127	-2,15	118,626	0,182	0,657
	ОТ	330,977	тўғри участка	3,144	0,041	137,884	0,969	3,487
СП2	СП2	<b>385,213</b>	0,6	<b>3,173</b>	0,034	<b>170,539</b>	2,094	7,537

1-жадвал маълумотларига кўра вагон тезлашиши  $a_k$  ўзгаришларининг бутун йўл узунлиги  $l_k$  давомидидаги, кичик қийматли йўл-йўлакай шамол кучи  $F_{гвх}$  таъсиридаги график боғлиқликлари қурилиб, бунда турли хил қаршиликлар кучи  $F_c$  ҳам ҳисобга олинган (1-расм).



1-расм. Учинчи тормоз позицияси йўлнинг тўғри участкасида жойлашган ҳолида саралаш тепалигининг пасайиш (тушиш) қисмида вагон тезлашишининг ўзгариш графиги

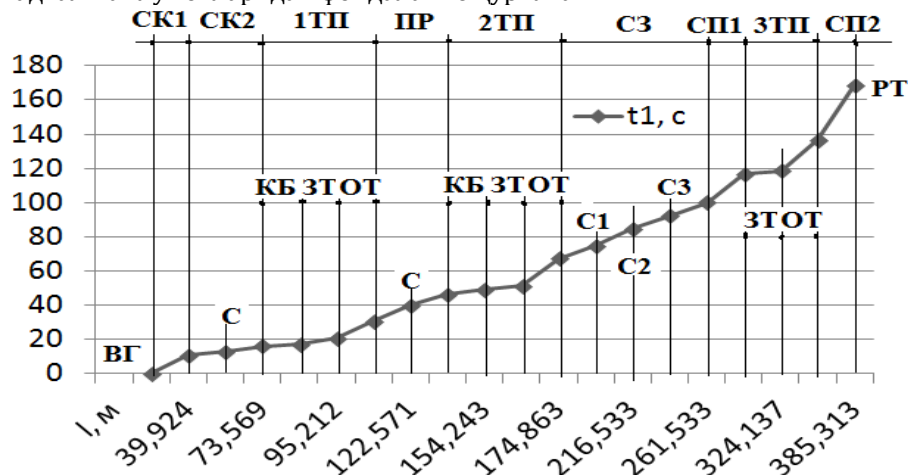
1-расмдаги белгилар 1-жадвалдаги белгилар билан бир хил.

1-расмдан маълумки, 1ТП, 2ТП ва 3ТП тормозланиш позицияларида вагон манфий қийматга эга бўлган тезлашишлар билан бир текис секинлашган ҳолда ҳаракатланади, яъни  $a_{1т} < 0$ ,  $a_{2т} < 0$  ва  $a_{3т} < 0$  ( $|a_{1т}| = -a_{1т}$ ,  $|a_{2т}| = -a_{2т}$ , ва  $|a_{3т}| = -a_{3т}$ ).

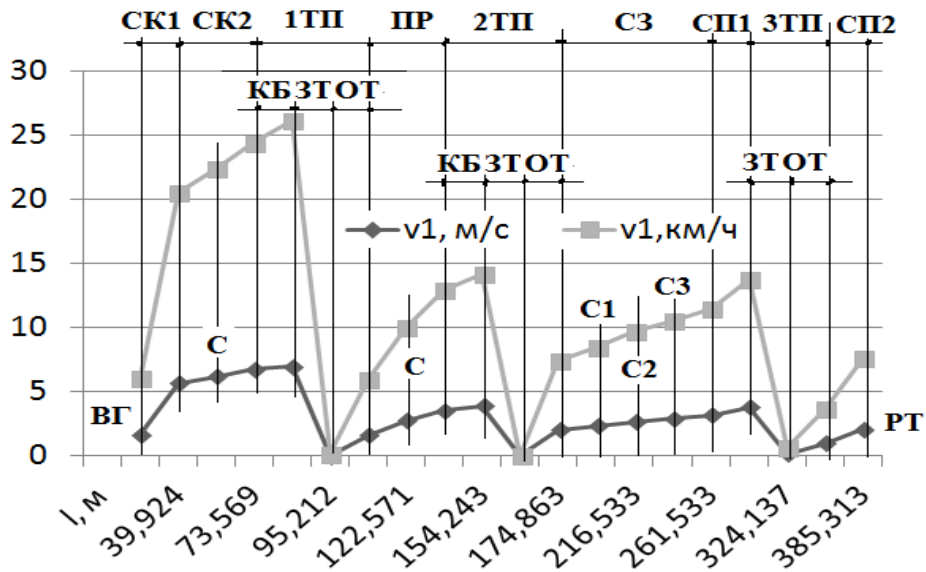
Биринчи тормоз позицияси участкаси (1ТП) мисолида тормоз позицияларининг қувватидан тўлиқ фойдаланилган ҳолат учун қуйидаги кўринишдаги [33] вагон тормозланганида (ЗТ) унинг ҳаракатланиш тезлашиши ўзгаришини график тарзидаги математик қайдини кўрсатамиз:

$$a_{1т}(t) = f(t) = \begin{cases} f(\tau_5) = a_{КБ} \\ f(t) = f(\tau_5) = -a_{1т}, \\ f(\tau_6) = a_6 \end{cases} \quad \begin{cases} t < \tau_5 \\ \tau_5 \leq t \leq \tau_6 \rightarrow \text{бўлганда} \\ t > \tau_6 \end{cases} \quad (1)$$

Шунга ўхшаш тарзда  $a_k = f(l_k)$  боғлиқликлар каби  $t_k = f(l_k)$  боғлиқликлар ҳам (2-расм),  $v_k = f(l_k)$  (3-расм) -жадвал маълумотларидан фойдаланиб қурилган.



2-расм. Саралаш тепалигининг пасайиш қисмида вагон ҳаракатланиш вақтининг ўзгариш графиги



3-расм. Саралаш тепалигининг пасайиш қисмида вагон тезлигининг ўзгариш графиклари

3-расмдан кўришиб турибдики, чизиқли тезлашишлар қийматлари манфий қийматга эга бўлган тормозланиш зоналарида (1-расм) вагоннинг ҳаракатланиш тезликлари деярли нолга қадар тушиб кетиб, бу барча тормоз позициялари қувватидан тўлиқ фойдаланиш билан боғлиқ.

Учинчи тормоз позицияси йўлнинг эгри участкасида жойлашганида қийликни 2 %о гача катталаштириш билан саралаш тепалигининг пасайиш (тушиш) қисми бўйлаб вагон ҳаракатланиш кинематик тавсифларининг ҳисоб-китоби натижаларини 2-жадвалда тақдим этамиз.

2-жадвал.

Учинчи тормоз позицияси йўлнинг эгри участкасида жойлашганида саралаш тепалигининг пасайиш (тушиш) қисми бўйлаб вагон ҳаракатланиши кинематик тавсифларининг ҳисоб-китоби натижалари

Тепа пасайиш қисми участкалари	Тепа пасайиш (тушиш) қисми участкалари элементлари	$l_k$	$i_k$	$h_k$	$a_k$	$t_k$	$v_k$	
		Бериладиган катталиклар		Ҳисоблаб топиладиган катталиклар				
		м	%о	м	м/с <sup>2</sup>	с	м/с	км/ч
	ВГ	-		-	-	-	1,7	6,12
СК1	СК1	39,924	35	1,396	0,372	10,779	5,708	20,55
СК2	С гача	54,935	18	1,666	0,205	13,294	6,224	22,41
	С дан кейин	73,569		2,001	0,20	16,156	6,795	24,46
1ТП	КБ	81,87	13	2,109	0,156	17,361	6,983	26,18
	ЗТ	95,212		2,125	-2,037	20,761	0,057	0,205
	ОТ	102,57		2,239	0,156	30,98	1,652	5,95
ПР	С гача	122,571	10	2,439	0,127	39,98	2,792	10,05
	С дан кейин	143,842		2,649	0,121	46,64	3,596	12,95
2ТП	КБ	154,243	10	2,753	0,127	49,398	3,945	14,2
	ЗТ	158,15		2,791	-2,067	51,298	0,019	0,067
	ОТ	174,843		2,959	0,127	67,456	2,065	7,435

## 2-жадвал давоми.

Тепа пасайиш қисми участкалари	Тепа пасайиш (тушиш) қисми участкалари элементлари	$l_k$	$i_k$	$h_k$	$a_k$	$t_k$	$v_k$	
		Бериладиган катталиклар		Ҳисоблаб топиладиган катталиклар				
		м	‰	м	м/с <sup>2</sup>	с	м/с	км/ч
	ВГ	–		–	–	–	1,7	6,12
СЗ	С1 гача	190,843	1,2	2,978	0,04	74,692	2,357	8,49
	С1	216,533		3,009	0,033	84,858	2,697	9,71
	С2	237,533		3,034	0,033	92,305	2,943	10,6
	С3	261,533		3,063	0,033	100,115	3,2	11,53
СП1	СП1	320,713	1,0	3,122	0,038	116,926	3,837	13,81
ЗТП	ЗТ	324,137	2,0 эгри участка	3,129	-2,145	118,626	0,191	0,687
	ОТ	335,313		3,350	0,046	136,856	1,024	3,69
СП2	СП2	<b>385,313</b>	0,6	<b>3,650</b>	0,034	<b>168,658</b>	2,12	7,63

Бажарилган ҳисоб-китоблар учинчи тормоз позицияси (ЗТП) йўлнинг эгри участкасида жойлашганида, ҳисобий нуқтага (РТ) яқинлашганда вагоннинг тезлиги  $v_{кРТ} \approx 2,12$  м/с (ёки  $\approx 7,63$  км/с) га етишини қайд этиш имконини беради. Айтиш лозимки,  $v_{кРТ} \approx 2,12$  м/с бўлганида, вагоннинг ўртача ҳаракатланиш тезлиги  $v_{кРТср} \approx 1,57$  м/с га тенг бўлиб, бу вагоннинг кинчи саралаш йўлининг (СП2) участкасидаги йўл қўйиладиган ўртача ҳаракатланиш тезлигидан паст:  $[v_{кРТ}] = 2,0$  м/с.

1- ва 2-жадваллар маълумотларини ўзаро солиштириб, учинчи тормоз позицияси қиялигининг катталашиши, шунингдек унинг йўлнинг эгри участкасида жойлашганлиги вагонларнинг тепалик ости паркида бир-бирига урилиш тезлигига катта таъсир кўрсатмайди (7,537 км/сва 7,63 км/с) деб хулоса қилиш мумкин.

Тепаликнинг пастлашиш қисмининг чўққисидан (ВГ) бошлаб то ҳисобий нуқтасигача (РТ) бўлган умумий узунлиги, учинчи тормоз позицияси йўлнинг эгри участкасида жойлашган ҳолида,  $L_{кр} \approx 385,31$  м га (шу билан бирга  $L_{пр} \approx 385,21$  м бўлганида), вагоннинг умумий ҳаракатланиш вақти эса  $t_{общ,кр} \approx 168,7$  с (шу билан бирга  $t_{общ,пр} \approx 170,6$  с), бу 1-жадвалда берилган маълумотларга анчагина мос дейиш мумкин. 2-жадвал маълумотлари бўйича қурилган график боғлиқликлар  $a_k = f(l_k)$ ,  $t_k = f(l_k)$  ва  $v_k = f(l_k)$ , 1-3-расмда кўрсатилган каби кўринишга эга.

Бундан ташқари, кўриб чиқилган тарқатилиш режимлари вагонларнинг тепалик ости паркидаги вагонлар гуруҳига яқинлашиш норматив тезлигига риоя қилинишини таъминламайдилар [20].

Вагонлар бир-бирига урилишининг йўл қўйиладиган тезликларини таъминлашга кўрсатилган шароитларда саралаш тепалигининг пасайиш (тушиш) қисмининг айрим участкалари профилини ўзгартириш, ёки қўшимча вагон секинлаштиргичларини қўллаш билан эришиш мумкин.

#### Хулосалар

1. Муаллифлар томонидан таклиф этилган вагонларнинг саралаш тепаликлари бўйлама профилли участкаларида ҳаракатланишининг кинематик тавсифларини ҳисоб-китоб қилишнинг аниқлаштирилган методикаси рационал тарқатиш режими ва тормоз позицияларининг қувватлари уйғунлигини аниқлаш “Техник фойдаланиш қоидалари”да белгиланган саралаш паркларидаги вагонларнинг йўл қўйиладиган бир-бирига урилиш тезликларига риоя қилинишини таъминлаш имконини беради.

2. Дастуридан фойдаланиб, профил қиялиги ва учинчи тормоз позицияси участкаси режасининг вагонларнинг саралаш тепаликлари бўйлама профилли участкаларида ҳаракатланишининг кинематик тавсифларига кўрсатадиган таъсири билан ўтказилган тадқиқотлар натижалари келтирилган.

3. Учинчи тормоз позицияси қиялигининг катталашиши, шунингдек уни йўлнинг эгри участкасида жойлаштирилиши вагонларнинг тепалик ости паркида бир-бирига урилиш тезлигини озроқ катталаштиради.

4. Учинчи тормоз позицияси йўлнинг ҳам тўғри, ҳам эгри участкаларида жойлаштирилганида вагонларнинг кўрсатилган шарт-шароитларда тепалик остидаги вагонлар гуруҳига яқинлашиш норматив тезликларига риоя қилиниши таъминланмайди. Кўрсатилган шароитларда йўл қўйиладиган ўзаро урилиш тезликларига риоя қилинишини саралаш тепалигининг пасайиш қисми айрим участкалари профилини ўзгартириш ёки қўшимча вагон секинлаштиргичларини қўллаш билан таъминлаш мумкин.

#### Адабиётлар

1. Туранов Х.Т. Некоторые проблемы теоретических предпосылок динамики скатывания вагона по уклону сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Бюллетень транспортной информации, 2015, № 3 (237). - с. 29 - 36. ISSN 2072-8115.
2. Рудановский В.М. О попытке критики теоретических положений динамики скатывания вагона по уклону сортировочной горки / В.М. Рудановский, И.П. Старшов, В.А. Кобзев // Бюллетень транспортной информации. 2016. № 6 (252). - с. 19-28. ISSN 2072-8115.
3. Туранов Х.Т. О попытке доказательства нового подхода к исследованию движения вагона по спускной части сортировочной горки / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // Бюллетень транспортной информации, 2016, № 10 (256). - с. 19 - 24. ISSN 2072-8115.
4. Пазойский Ю.О. К вопросу движения вагона по уклону железнодорожного пути / Ю.О. Пазойский, В.А. Кобзев, И.П. Старшов, В.М. Рудановский // Бюллетень транспортной информации. 2018. № 2 (272). - с. 35-38. ISSN 2072-8115.
5. Образцов В.Н. Станции и узлы. ч. II / В.Н. Образцов. – М.: Трансжелдориздат, 1938. - 492 с.
6. Федотов Н.И. Проектирование механизированных и автоматизированных сортировочных горок: пособие / Н.И. Федотов, А.М. Карпов. – Новосибирск: НИИЖТ, 1960. - 123 с.
7. Земблинов С.В. Станции и узлы / С.В. Земблинов, И.И. Страковский. – М.: Трансжелдориздат, 1963. - 348 с.
8. Земблинов С.В. Станции и узлы / С.В. Земблинов, И.И. Страковский. – М.: Всесоюзн. изд.-полиграфич. объедин., 1963. - 89 с.
9. Савченко И.Е. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж. – д. трансп. / И.Е. Савченко, С.В. Земблинов, И.И. Страковский. – М.: Транспорт, 1967. - 466 с.
10. Никитин В.Д. Железнодорожные станции и узлы: Учеб. пособие / В.Д. Никитин, И.Е. Савченко, Е.А. Ветухов, В.К. Ивашкевич. – М.: ВЗИИТ, 1970. - 79 с.
11. Парфёнов В.П. Сортировочные горки большой мощности: Пособие к курсовому и дипломному проектированию / В.П. Парфёнов, М.М. Филиппов, М.М. Уздин, В.П. Павлов. – Л.: ЛИИЖТ, 1972. - 80 с.
12. Инструкция по проектированию станций и узлов на железных дорогах. ВСН 56 – 78. – М.: Транспорт, 1978. – с. 151 – 168.
13. Савченко И.Е. Железнодорожные станции и узлы: учеб. для вузов ж. – д. трансп. / И.Е. Савченко, С.В. Земблинов, И.И. Страковский; Под ред. В.М. Акулиничева, Н.Н. Шабалина – М.: Транспорт, 1980. - 479 с.
14. Акулиничев В.М. Расчёт и проектирование сортировочных горок большой и средней мощности: учебн. пособ. для вузов ж. – д. трансп. / В.М. Акулиничев, Л.П. Колодий. – М.: МИИТ, 1981. – 61 с.
15. Железнодорожные станции и узлы: учеб.для вузов ж. – д. трансп. / В.М. Акулиничев, Н.В. Правдин, В.Я. Болотный, И.Е. Савченко. Подред. В.М. Акулиничева. – М.: Транспорт, 1992. 480 с. (с. 207 – 253).
16. Prokop, J&Myojin, Sh. Desing of Hump Profile in Railroad Classification Yard. Memoirs of the Faculty of Engineering.Okayama University. 1993. Vol. 27. No. 2. p. 41-58. Available at: [http://ousar.lib.okayama.u.ac.jp/file/15404/Mem\\_Fac\\_Eng\\_OU\\_27\\_2\\_41.pdf](http://ousar.lib.okayama.u.ac.jp/file/15404/Mem_Fac_Eng_OU_27_2_41.pdf).
17. Prokop, J &Myojin, Sh. Simulation of Hump Performance in Railroad Classification Yard. Memoirs of the Faculty of Engineering.Okayama University. 1993. Vol. 27. No. 2. P.59-71. Available at: [http://ousar.lib.okayama\\_u.ac.jp/file/15404/Mem\\_Fac\\_Eng\\_OU\\_27\\_2\\_59.pdf](http://ousar.lib.okayama_u.ac.jp/file/15404/Mem_Fac_Eng_OU_27_2_59.pdf).
18. Проектирование сортировочных горок большой и средней мощности. Методические указания / Сост. В.С. Суходоев, Ю.И. Ефименко. – С.-Пб.: ПГУПС, 1997. 35 с.
19. Zhang C., Wei Y., Wang Z., Fu J. Analysis of Hump Automation in China. Proc. of Second Intern. Conf. on Transportation and Traffic Studies, 2000, pp. 285-290. doi: 10.1060/40503 (277)45.

20. Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах колеи 1 520 мм. – М.: ТЕХИНФОРМ, 2003. – 168 с.

21. Железнодорожные станции и узлы (задачи, примеры, расчёты): Учебное пособие для вузов ж. – д. трансп. / Н.В. Правдин, В.Г. Шубко, Е.В. Архангельский и др.; Под ред. Н.В. Правдина и В.Г. Шубко. – М.: Маршрут, 2005. 502 с.

22. Zářecký, S & Grůň, J & Žilka, J. The Rewest Trends in Marshalling Yards Automation. Transport Problems. *ProblemyTransporty*, 2008.Vol. 3.No. 4. p. 87-95. Available at: [http://transportproblems.polsl.pl/pl/Archiwum/2008/zeszyt4/2008t3z4\\_13.pdf](http://transportproblems.polsl.pl/pl/Archiwum/2008/zeszyt4/2008t3z4_13.pdf)

23. Инструкция по расчёту максимально допустимой длины отцепа при роспуске на сортировочных горках (Утверждена 24.12.2012). – М.: ОАО «РЖД», 2012. - 10 с.

24. Проектирование инфраструктуры железнодорожного транспорта (станции, железнодорожные и транспортные узлы): учебник / Н.В. Правдин, С.П. Вакуленко, А.К. Голович и др.; под ред. Н.В. Правдина и С.П. Вакуленко. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2012. - 1086 с.

25. Железнодорожные станции и узлы: учебник / В.И. Апатцев и др.; под ред. В.И. Апатцева и Ю.И. Ефименко. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014. - 855 с.

26. D.M. Kozschenko, V.I. Bobrovsky, S.V.Grevtsov, M.I. Berezobiyi. Controlling the Speed of Rolling Cuts in Conditions of Reduction of Brake Opwer of Car Retardes. Наука та прогресс транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, 2016. № 3 (63). – с. 28-40. ISSN 2307-3489.

27. V. Bobrovsky, D. Kozschenko, A. Dorosh, E. Demchenko, T. Bolovanovska, A. Kolesnik. Probabilistic Approach for the Determination of Cuts Permissible Braking Molders on the Gravity Humps. *Transport Problems. ProblemyTransporty*, 2016.Vol. 3.Issue I. p.147-155. doi: 10.20858/tp.2016.11.1.14.

28. Kh. Turanov. Analytical investigation of wagon speed and traversed distance during wagon hump rolling under the impact of gravity forces and head wind. *Global Journal of Researches in Engineering: A. Mechanical and Mechanics Engineering*. Volume 14 Issue 1 Version 1.0 Year 2014. New York. 1-9.

29. Khabibulla Turanov, Andrey Gordiienko and Irina Plakhotich. (2015). Simplified Analytical Description of Wagon Movement with Braking Action on the Marshalling Hump Section of the First Braking Position under the Impact of Fair Wind. *Science and Technology*, Vol, 5 No. 4, December 2015, pp. 57-62. e-ISSN: 2163-2677. (ID: 104000150) doi: 10.5923/j.scit.2015.04.01.

30. Туранов Х.Т. Движения вагона на сортировочной горке при попутном ветре / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // *Мир транспорта*, Т. 13. № 6 (61). (2015). ISSN 1992-3252.

31. Туранов Х.Т. Расчёт времени движения и скорости вагона на промежуточном участке сортировочной горки при попутном ветре / Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко // *Мир транспорта*. 2016, Т. 14. № 4 (65). С. 78 - 91. ISSN 1992-3252.

32. Х.Т. Туранов, А.А. Гордиенко. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ RU №2017614017 от 05.04.17. (2017).

33. Пчелин Б.К. Специальные разделы высшей математики / Б.К. Пчелин. – М.: «Высшая школа», 1973. 463 с.

### References

1. Turanov Kh. T. Some problems of theoretical prerequisites for the dynamics of rolling the car on the slope of the sorting hill / Kh. t. Turanov, A. A. Gordienko // *Bulletin of transport information*, 2015, no. 3 (237). с. p. 29-36. ISSN 2072-8115.

2. Rudanovsky V. M. on an attempt to criticize the theoretical positions of the dynamics of rolling the car on the slope of the sorting hill / V. M. Rudanovsky, I. p. Starshov, V. A. Kobzev // *Bulletin of transport information*. 2016. No. 6 (252). p. 19-28. ISSN 2072-8115.

3. Turanov Kh. T. on an attempt to prove a new approach to the study of the movement of the car on the descending part of the sorting hill / Kh. t. Turanov, A. A. Gordienko // *Bulletin of transport information*, 2016, no. 10 (256). с. p. 19-24. ISSN 2072-8115.



4. Patolsky Y. O. To the question of the movement of the carriage on the incline railway tracks / Jo Patolsky, V. A. Kobzev, I. P. Older, Rudanovsky V. M. // Bulletin of transport information. 2018. No. 2 (272).c. pp. 35-38. ISSN 2072-8115.
5. Obrazov V. N. Stations and nodes. part II / V. N. Samples. - Moscow: Transzheldorizdat, 1938. - 492 p.
6. Fedotov N. I. Design of mechanized and automated sorting slides: a manual / N. I. Fedotov, a.m. Karpov. - Novosibirsk: NIIT, 1960. - 123 p.
7. Sembinov S. V. Stations and hubs / C. V. Sembinov, I. Strakowski. - Moscow: Transzheldorizdat, 1963. - 348 p.
8. Sembinov S. V. Stations and hubs / C. V. Sembinov, I. Strakowski. - Moscow: All-Union. ed.-polygraph. United., 1963. - 89 p.
9. Savchenko I. E. Railway stations and junctions: studies. for universities of railway transport. / E. I. Savchenko, S. V. Sembinov, I. Strakowski. - Moscow: Transport, 1967. - 466 p.
10. Nikitin V. D. Railway stations and junctions: Studies. manual / V. D. Nikitin, E. E. Savchenko, E. A. Petuhov, V. K. Ivashkevich. - M.: USIIT, 1970. - 79 p.
11. Parfenov V. P. Sorting slides of high capacity: a Guide to course and diploma design / V. P. Parfenov, M. M. Filippov, M. M. Uzdin, V. P. Pavlov. - L.: liizht, 1972. - 80 p.
12. Manual for the design of stations and junctions of the Railways. BCH 56 - 78. - Moscow: Transport, 1978. - pp. 151-168.
13. Savchenko I. E. Railway stations and junctions: studies. for universities of railway transport. / I. E. Savchenko, S. V. Zemblinov, I. I. Strakovsky; edited by V. M. Akulinichev, N. N. Shabalina-M.: Transport, 1980. - 479 p.
14. Akulinichev V. M. Calculation and design of sorting slides of large and medium capacity: textbook. no. for universities of railway transport. / V. M. Akulinichev, L. P. Kolodiy. - M.: engineering, 1981. - 61 p.
15. Railway stations and junctions: studies. for universities of railway transport. / V. M. Akulinichev, N. V. Pravdin, V. Ya. Bolotny, I. E. Savchenko. Under the editorship of V. M. Akulinichev. - Moscow: Transport, 1992. 480 p. (p. 207-253).
16. Prokop, J & Myojin, Sh. Desing of Hump Profile in Railroad Classification Yard. Memoirs of the Faculty of Engineering.Okayama University. 1993. Vol. 27. No. 2. p. 41-58. Available at: [http://ousar.lib.okayama.u.ac.jp/file/15404/Mem\\_Fac\\_Eng\\_OU\\_27\\_2\\_41.pdf](http://ousar.lib.okayama.u.ac.jp/file/15404/Mem_Fac_Eng_OU_27_2_41.pdf).
17. Prokop, J & Myojin, Sh. Simulation of Performance in Railroad Hump Classification Yard. Memoirs of the Faculty of Engineering.Okayama University. 1993. Vol. 27. No. 2. P. 59-71. Available at: [http://ousar.lib.okayama\\_u.ac.jp/file/15404/Mem\\_Fac\\_Eng\\_OU\\_27\\_2\\_59.pdf](http://ousar.lib.okayama_u.ac.jp/file/15404/Mem_Fac_Eng_OU_27_2_59.pdf).
18. Design of sorting slides of large and medium capacity. Guidelines / Comp. V. S. Sukhodoev, Yu. I. Efimenko. - S.-Pb.: PGUPS, 1997. 35 PP.
19. Zhang C., Wei Y., Wang Z., Fu J. Analysis of Hump Automation in China. Proc. of Second Intern. Conf. on Transportation and Traffic Studies, 2000, pp. 285-290. doi: 10.1060/40503 (277)45.
20. Rules and norms for designing sorting devices on Railways with a gauge of 1,520 mm. - M.: TECHINFORM, 2003. - 168 p.
21. Railway stations and junctions (tasks, examples, calculations): textbook for universities of railway transport. / N. V. Pravdin, V. G. Shubko, E. V. Arkhangelsk, etc.; edited by N. V. Pravdin and V. G. Shubko. - M.: The Route, 2005. 502 PP.
22. Zářecký, S & Grůň, J & Žilka, J. The Reward Trends in Marshalling Yards Automation. Transport Problems. ProblemyTransporty, 2008.Vol. 3.No. 4. p. 87-95. Available at: [http://transportproblems.polsl.pl/pl/Archiwum/2008/zeszyt4/2008t3z4\\_13.pdf](http://transportproblems.polsl.pl/pl/Archiwum/2008/zeszyt4/2008t3z4_13.pdf)
23. Instructions for calculating the maximum allowable detach length when disbanding on sorting slides (Approved 24.12.2012). - Moscow: Russian Railways, 2012. - 10 sec.
24. Design of railway transport infrastructure (stations, railway and transport nodes): textbook / N. V. Pravdin, S. p. Vakulenko, A. K. Golovich, etc.; edited by N. V. Pravdin and S. P. Vakulenko. - M.: FEDERAL state budget institution "Training center on education on railway transport", 2012. - 1086 p.
25. Railway stations and junctions: textbook / V. I. Apattsev et al.; edited by V. I. Apattsev and Yu. I. Efimenko. - M.: FEDERAL state budget institution "Training center on education on railway transport", 2014. - 855 p.

26. D. M. Kozschenko, V. I. Bobrovsky, S. V. Grevtsov, M. I. Berezobiyi. Controlling the Speed of Rolling Cuts in Conditions of Reduction of Brake Opwer of Car Retards. Science is the progress of transport. Visnyk of national.over. zaliznichnogo transport, 2016. No. 3 (63).- pp. 28-40.ISSN 2307-3489.

27. V. Bobrovsky, D. Kozschenko, A. Dorosh, E. Demchenko, T. Bolovanovska, A. Kolesnik. Probabilistic Approach for the Determination of Permissible Braking Cuts Molders on the Gravity Humps. Transport Problems. ProblemyTransporty, 2016.Vol. 3.Issue I. p. 147-155.doi: 10.20858/tp.2016.11.1.14.

28. Kh. Turanov. Analytical investigation of wagon speed and traversed distance during wagon hump rolling under the impact of gravity forces and head wind. Global Journal of Researches in Engineering: A. Mechanical and Mechanics Engineering. Volume 14 Issue 1 Version 1.0 Year 2014. New York. 1-9.

29. KhabibullaTuranov, GordiienkoAndrey and Irina Plakhotich. (2015). Simplified Analytical Description of Wagon Movement with Braking Action on the Marshalling Hump Section of the First Braking Position under the Impact of Fair Wind. Science and Technology, Vol, 5 No. 4, December 2015, pp. 57-62. e-ISSN: 2163-2677. (ID: 104000150) doi: 10.5923/j. scit.2015 04.01).

30. Turanov H. T. Movement of the car on the sorting hill with a fair wind / H. T. Turanov, A. A. Gordienko // World of transport, Vol. 13. No. 6 (61).(2015). ISSN 1992-3252.

31. Turanov H. T. timing of movement and speed of the car in the intermediate segment hump with a tail wind / Kh. T. Turanov, A. A. Gordienko // World of transport. 2016, Vol. 14.No. 4 (65). P. 78 - 91. ISSN 1992-3252.

32. H. T. Turanov, A. A. Gordienko. Certificate of official registration of the computer program RU no. 2017614017 dated 05.04.17. (2017).

33. Pchelin B. K. Special sections of higher mathematics / B. K. Pchelin. - Moscow: "Higher school", 1973. 463 PP.

#### **Муаллифлар ҳақида маълумот / Information about the authors**

**Саидивалиев Шухрат Умарходжаевич** - докторант PhD, Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта. E-mail: [shuxratxoja@mail.ru](mailto:shuxratxoja@mail.ru).

**Эргашева Захро Валижановна** - ассистент кафедры «Транспортная логистика и сервис», Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта.

**Saidivaliev Shukhrat Umarchodjaevich** - post graduate student, Tashkent Institute of Railways Engineering. E-mail: [shuxratxoja@mail.ru](mailto:shuxratxoja@mail.ru).

**Ergasheva Zakhro Valijanovna** - assistant of department "Transport logistics and service", Tashkent Institute of Railways Engineering.