E-ISSN : 2181-4341
https://wordlyknowledge.uz
IMPACT FACTOR(SJIF) : 3,934

ОСМА ЭЛЕМЕНТЛАРИГА ТАЪСИР ҚИЛУВЧИ ОМИЛЛАРНИ АНИҚЛАШ

Бабашев Қутлимурод Айтмуратович,
Ўзбекистон техник жихатдан тартибга солиш агентлиги Метрология бошқармаси бошлиғи, техника фанлари номзоди, kbabashev2013@gmail.com
+998 77 029 59 24

Шодиев Жавохир Ғайратович
Тошкент давлат техника университети, “Ер усти транспорт тизимлари кафедраси” катта ўқитувчиси, javohir_1881@mail.ru,
+998 90 938 43 45.

Аннотация. Мақолада автомобилларда қўлланиладиган осмаларнинг синфланиши, уларнинг камчиликлари ва авзалликлари, динамик моделни қуриш учун параметрлар кўриб чиқилган. Хусусий ҳолда N1 синфидаги “LABO” юк автомобили осмасининг тавсифи, тадқиқот объектининг информацион моделини тузиш учун автомобил осмаларига таъсир қиладиган асосий омилларнинг таҳлили ҳамда информацион модел асосида ишлаб чиқилган автомобилнинг динамик модоели келтирилган.

Аннотация. В статье рассмотрена классификация подвесок, применяемых в автомобилях, их недостатки и преимущества, параметры для построения динамической модели. В частности, описание подвески грузового автомобиля «LABO» класса N1, анализ основных факторов, влияющих на подвеску автомобиля для создания информационной модели объекта исследования, и динамической модели автомобиля, разработанной на основе дана информационная модель.

Annotation. The article considers the classification of suspensions used in cars, their disadvantages and advantages, parameters for building a dynamic model. In particular, a description of the suspension of a LABO class N1 truck, an analysis of the main factors affecting the suspension of a car to create an information model of the object of study, and a dynamic model of a car developed on the basis of an information model.

Калит сўзлар: осма, динамик модел, информацион модел, бикрлик коэффициенти, тебраниш тезланиши, қаршилик коэффициенти, тебраниш тезлиги.

Ключевые слова: подвеска, динамическая модель, информационная модель, коэффициент жесткости, виброускорение, коэффициент сопротивления, виброскорость.

Key words: suspension, dynamic model, information model, stiffness coefficient, vibration acceleration, drag coefficient, vibration velocity.

КИРИШ. Автомобил осмаси автомобил кузови (рамаси)ни ғилдираклар (ёки ўқлар) билан эластик боғловчи тизим ҳисобланади. У ғилдираклардаги динамик юкланишларни камайтирадиган ва уларнинг тебранишларини сўндирадиган, шунингдек ҳаракат давомида автомобил кузови ҳолатини ростлайдиган қурилмалар тўплами иборат бўлади.

Муайян транспорт воситасининг осма тизими хусусиятлари унинг параметрлари (автомобилнинг рессорланмаган массаси, осма кинематикаси, ғилдирак базаси, колеяси ва кузовнинг бикрлиги) билан алоҳида қисмларнинг ўзаро таъсири (эластик элементларнинг тури ва бикрлиги, амортизаторлар, стаблизаторлар, шарнирлар, ричаглар, айниқса шиналар) га боғлиқ.

Осма тизими транспорт воситасининг равон ҳаракатланишини таъминлаш билан бирга унинг динамик хусусиятларига бевосита таъсир қилади.

E-ISSN : 2181-4341
https://wordlyknowledge.uz
IMPACT FACTOR(SJIF) : 3,934

Осма элементлари

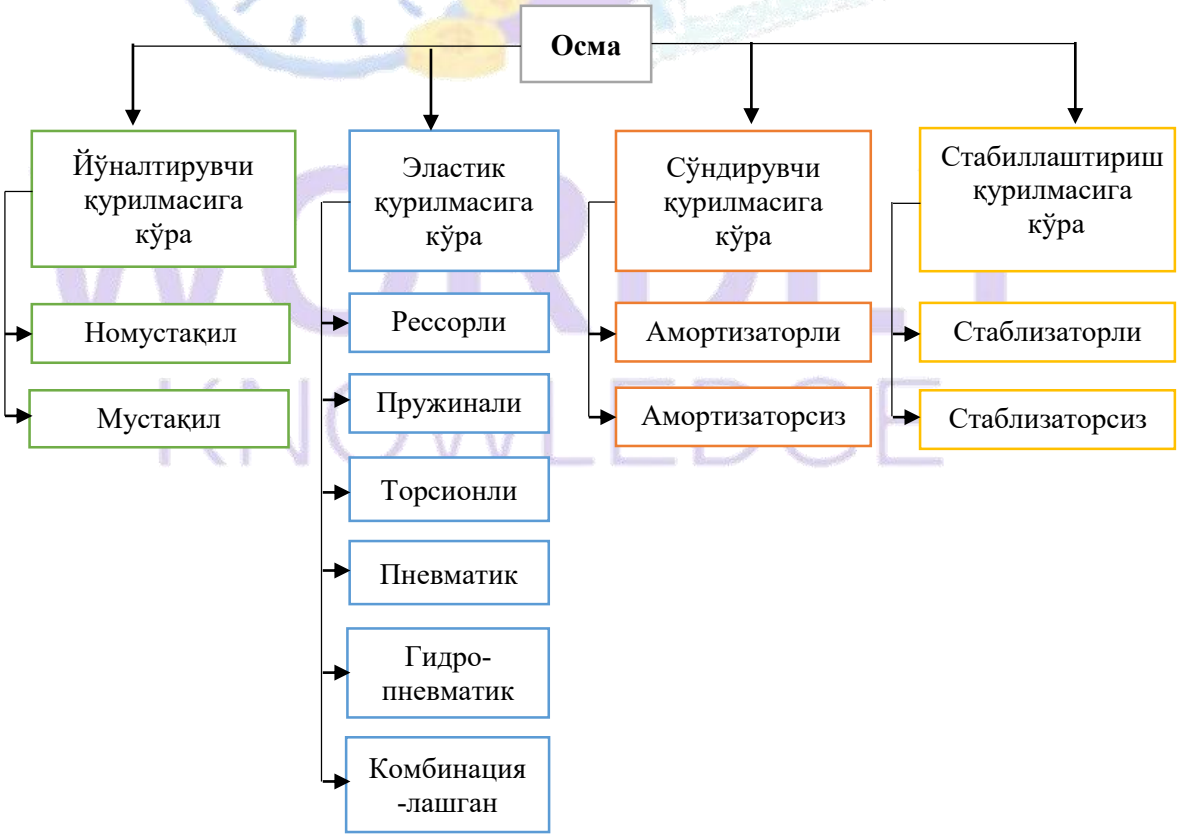
Осма қуйидаги асосий элементлардан ташкил топади:
йўналтирувчи элементлар;
эластик элементлар;
сўндирувчи элементлар.

Йўналтирувчи элементлар - автомобилнинг юк кўтариш тизими (кузови ёки рамаси) га нисбатан ғилдиракларнинг силжиш хусусиятларини аниқлайдиган осма элементи бўлиб, [1] турли конструкция ва кинематик схемалардаги ричагли механизмлар ҳисобланади. Шунингдек, йўналтирувчи қурилмалар вазифасини эластик осма элементлари, яъни рессорлар ҳам бажариши мумкин.

Эластик элементлар - автомобилга таъсир қилувчи динамик юкланишларни камайтирадиган осма элементи ҳисобланади [2]. Эластик элементларга: рессор, пружина, торцион, гиропневматик ва пневматик ёстиқчалар шунингдек, кўндаланг барқарорликни сақловчи стаблизаторлар ва османи юриш йўлини чекловчи қурималар киради (айрим манбааларда стаблизатор алоҳида элемент сифатида ўрганилади).

Ҳаракат вақтида автомобил кузови тебранишларини сўндириш осма элементи орқали таъминланади [3].

Осма тизимини ташкил этувчи элементларнинг турларига кўра синфланиши қуйида (1-расм)ги схемада келтирилган.



E-ISSN : 2181-4341
https://wordlyknowledge.uz
IMPACT FACTOR(SJIF) : 3,934

1-расм. Осмаларнинг синфланиши

Осмалар умумий ҳолатда асосан икки турга бўлинади: ***мустақил*** ва ***номустақил.***

Номустақил осмалар - бир ғилдирак ўқининг ҳаракати бошқа ғилдиракнинг ҳаракатига боғлиқ бўлади. Бунда ғилдираклардан кузовга (рамага) кучлар ва моментларни узатиш рессора каби эластик элементлар орқали ҳамда бошқа турдаги эластик элементлар учун эса турли хил кинематик схемалардаги ричагли механизмлар орқали амалга оширилиши мумкин.

Мустақил осмалар - бир ғилдирак ўқининг ҳаракати бошқа ғилдиракнинг ҳаракатига боғлиқ бўлмайди.Эластик элемент туридан қатъий назар, куч ва моментларни ғилдираклардан кузов (рама)га ўтказиш фақат турли кинематик схемалардаги ричагли механизмлари билан амалга оширилади.

Ундан ташқари автомобилнинг вазифаси ва компоновкасига кўра осмаларнинг бир нечта турлари мавжуд: икки ричагли, кўп ричагли, Макферсон осмаси, Де Дион осмаси, номустақил орқа осма, ярим мустақил орқа осма ва бошқалар. Ҳар қандай осма тизими ўзининг афзалликлари ва камчиликларига эга. Осмаларнинг турларини кўриб чиқамиз.

Икки ричагли осмалар. Ушбу турдаги осма қисқа юқори ричаг ва узун пастки ричагга эга (2-расм).

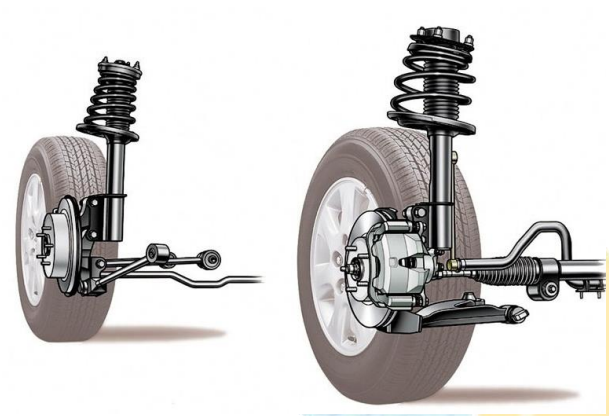


2-расм. Икки ричагли осма

Унинг конфигурацияси кўра автомобилнинг ҳар бир ғилдираги оптимал вертикал ҳолатда жойлашиб, йўлнинг нотекисликларини мустақил равишда қабул қилади. Бу автомобилнинг яхши тортиши ва шиналарнинг минимал ейилишини таъминлайди.

Макферсон осмаси. Бу турдаги осмаларда битта ричаг, кўндаланг турғунлик стабилизатори, пружина элементи блокидан иборат.

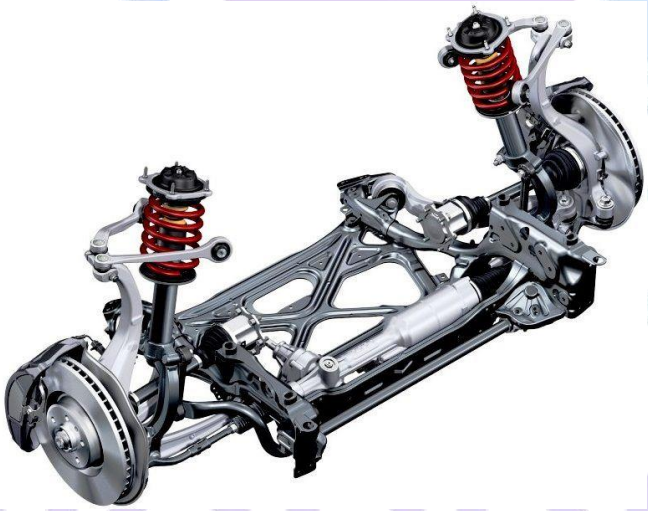
E-ISSN : 2181-4341
https://wordlyknowledge.uz
IMPACT FACTOR(SJIF) : 3,934



3-расм. Макферсон осмаси

Макферсон осмасининг конструкцияси телескопик амортизаторни ҳам ўз ичига олади, бу “тебранувчи шам” деб номланади, чунки ғилдирак ҳаракати пайтида у юқорига ва пастга силжийди. Конструкциянинг соддалигига қарамай, Макферсон осмаси замонавий автомобилсозлик саноатида мослашувчанлиги ва арзонлиги туфайли кенг қўлланилади.

Кўп ричагли осмалар. Кўп жиҳатдан икки ричагли осмага ўхшаш кўп ричагли осмалар ҳам автомобилнинг равон юришини таъминлайди ва бошқарилувчанлигини яхшилайди.



4-расм. Кўп ричагли осма

Кўп ричагли османинг конструкцияси сайлентблоклар ва шарсимон шарнирларни ўз ичига олади, бу эса автомобилни йўл нотекисликларидан ўтаётганда таъсирларни самарали сўндиради. Барча осма элементлар рама таглигида сайлентблоклар орқали махкамланади. Шундай қилиб, автомобилда ғилдираклар ҳаракатидан ҳосил бўладиган шовқин изоляциясини яхшилаш мумкин. Кўп ричагли мустақил осмалар одатда юқори синф автомобилларида қўлланилади, улар бошқарилувчанликни яхшиланганлиги ва ғилдиракларнинг ҳар қандай йўл юзаси билан барқарор контактни таъминлай олиши билан ажралиб туради. Ушбу турдаги осмаларнинг асосий афзалликлари: автомобил ғилдиракларининг бир-бирига нисбатан мустақиллиги, рессорланмаган массанинг камлиги, шу билан бирга мустақил равишда бўйлама ва кўндаланг ростлаш имконининг мавжудлигидир. Кўп ричагли осмаларни ғилдирак формуласи 4х4 бўлган автомобилларда қўллаш жуда катта самара беради.

Орқа номустақил осмалар. Эластик элементлари силиндрсимон спиралли пружиналардан иборат бўлган осмалар – бу турдаги осмаларга “Жигули” автомобилларида ўрнатиладиган орқа номустақил осмалар мисол бўлади (5-*б* расм).



а) *б)*

5-расм. Орқа номустақил осмалар

Ушбу турдаги османинг энг катта камчилиги бу орқа балка вазнининг оғирлигидир. Агар орқа кўприқ етакчи бўлса, оғирлик янада ошади, чунки асосий узатма редуктори картери кўприкда жойлашган бўлади. Бу, ўз навбатида, автомобилнинг юриш равонлигини ёмонлаштиради ва тебранишни келтириб чиқарадиган массаларнинг кўпайишига олиб келади. Юқори ўтувчанликка эга ва юк ташувчи автомобилларда асосан орқа номустақил осмаларинида эластик элемент сифатида рессор қўлланилади (5-*а* расм). Бу турдаги осмалар ватанимизда ишлаб чиқарилаётган “Labo” автомобилларида қўлланилади. Уларнинг авзаллиги оғирлик марказини пасайиши ҳисобига автомобил турғунлиги яхшироқ бўлади.

Орқа ярим мустақил осмалар. Ушбу турдаги осма кузов билан боғланган иккита бўйлама ричагдан иборат бўлиб, фақат орқа томонда, олд ғилдираклари етакчи бўлган автомобилларнинг кўпчилигида қўлланилади.



6-расм. Орқа ярим мустақил осма

Бу конструкциянинг афзалликлари ўрнатиш қулайлиги, ихчамлиги, енгиллиги, рессорланмаган массанинг камлигидир. Бу хусусиятлар ғилдиракларнинг кинематикасига ижобий таъсир кўрсатади. Орқа ярим мустақил османинг ягона камчиликлари шундаки, уни фақат орқаси етакчи бўлмаган транспорт воситаларида қўллаш мумкин.

Бизнинг ишиимизда тадқиқот объекти (ТО) сифатида қаралаётган N1синфидаги “LABO” юк автомобилининг олд осмаси 3-расмда келтирилган Макферсон типидаги осма бўлиб, унинг эластик элементи спиралсимон пружина. Орқа осмаси эса 5-*а* расмда келтирилган номустақил осма бўлиб, унинг эластик элементи рессор. Автомобил юк ташишга мўлжалланганлиги учун орқасида рессорли осмаси қўлланилган. “LABO” юк автомобили мисолида автомобилнинг осма элементларига таъсир қилувчи омилларни аниқлаш учун осмаларнинг синфланиши, уларнинг камчиликлари ва авзалликларини таҳлил қилиб чиқдиқ. Энди ТО да қўлланилган осмаларнинг ҳусусиятларини алоҳида таҳлил қиламиз.

Рессорли осма

Авзалликлари	***Камчиликлари***
- конструкциянинг соддалиги, яъни номустақил осмада иккита рессор ва иккита амортизатор етарли бўлиб, қўшимча элементларга эҳтиёж йўқ; - конструкциянинг компактлилиги; - бир нечта листли рессорлар орасидаги ички ишқаланиш осма тебранишларини сўндиради, бу эса амортизаторларга қўйиладиган талабларни камайтиради; - ишлаб чиқариш қулайлиги, арзонлиги, таъмирланувчанлиги.	- одатда номустақил осмада қўлланилади ва ҳозирда у камроқ учрайди - етарлича юқори массага эга; - жуда юқори чидамлиликка эга эмас; - листлар орасидаги қуруқ ишқаланиш махсус қистирмалардан ёки даврий мойлашдан фойдаланишни талаб қилади; - рессор билан қаттиқ конструкциялангани учун кам юкланганда комфортсиз. Шунинг учун у кўпинча тижорат транспорт воситаларида қўлланилади.

Пружинали осма

Авзалликлари	***Камчиликлари***
- қайта ишланадиган ва арзон конструкция; - нисбатан юқори чидамлилик; - прогрессив хусусиятларни таъминлаш қобилияти; - техник хизмат кўрсатиш ва мойлаш шарт эмас.	- османинг ихчам эмаслиги, чунки пружина ричаглар шаклидаги йўналтирувчи элементлар ёрдамида махкамланади; - пружинали осмалар силкинишларни яхши сўндира олмайди, шунинг учун кучли амортизатор талаб қилади; - османинг хусусиятларини ўзгартириш имкони йўқ.

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ ВА МЕТОДЛАР. Бугунги кунга келиб, автомобилнинг ҳаракат равонлигини яхшилаш учун тебранишни камайтириш бўйича тадқиқотлар йўналиши кўплаб олимларда қизиқиш уйғотмоқда. Автомобил тебранишларини ўрганиш одатда MATLAB simulink, Адам, Modelica ёрдамида моделлаштириш ва симуляция қилиш орқали амалга оширилади [4,5,6,7].

Автомобил тебранишларини ўрганишда қўлланиладиган моделлар 1/4, 1/2 ёки автомобилнинг фазовий тебранишлари модели бўлиши мумкин. Хусусан, автомобилнинг фазовий тебранишлари модели асосан автомобил тебранишларининг динамикаси ва умумий тебранишни ўрганиш учун ишлатилади.

1/2 автомобилнинг динамик модели асосан автомобилларнинг вертикал ва горизонтал барқарорлигини ҳисоблаш, тормозланиш ёки тортиш динамикасини ўрганиш билан боғлиқ тебранишларни ўрганиш учун ишлатилади. 1/4 модели эса таянч модел бўлиб осмалар устида анъанавий тадқиқотлар учун фойдаланилади.

Автомобил тебранишининг одамларга таъсирини баҳолаш учун тебраниш интенсивлиги, тебраниш тезлашиши ва тегишли тебраниш частотаси каби баҳолаш мезонларидан фойдаланиш мумкин [8,9].

Ҳозирги вақтда инсон учун автомобилнинг ҳаракат равонлигини аниқлаш учун ISO 2631 халқаро стандарти ва VDI 2057 Германия Федерал саноат стандартидан фойдаланилмоқда. Баҳолаш кўрсаткичи автомобил тезланиш квадратининг ўртача қиймати ҳисобланади [4,10,6].

Турли хил параметрларнинг автомобилларнинг ҳаракат равонлигига таъсирини ўрганиш билан боғлиқ нашр этилган ишларни таҳлил қилиш шуни кўрсатдики, улар асосан параметрларнинг таъсирини мустақил равишда османи бикрлик коэффициенти, осма қаршилик коэффициенти, йўл турларининг таъсири, автомобил тезлиги автомобилнинг ҳаракат равонлигига таъсирини ўрганадилар.

Конструкцияни оптималлаштириш учун асосий таъсир қилувчи параметрларни танлаш ва танлаш учун асос сифатида турли хил параметрларнинг ҳаракат равонлигига таъсирини ўрганиш ва таққослаш ишлари етарлича бажарилмаган.

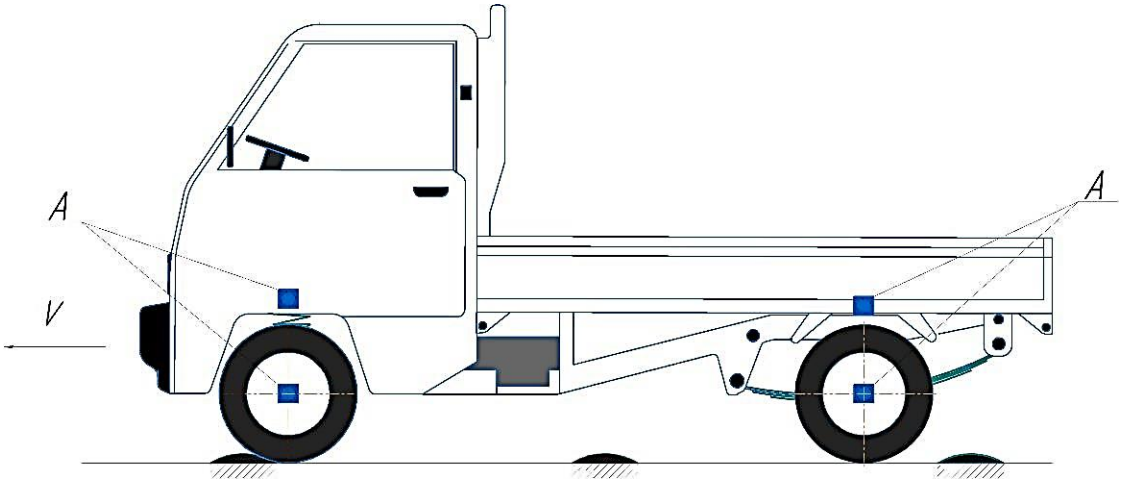
Х.Т. Нгуен, Х.М. Нгуенларнинг ишларида осма конструктив параметрларини автомобилнинг юриш равонлигига таъсири ўрганилган. Тадқиқот ўтказиш учун икки эркинлик даражасига эга бўлган автомобилнинг 1/4 тебраниш модели қурилган. Автомобил тебранишини иммитация қилишда ISO 8086 га мувофиқ йўл юзасининг профили танланган. Matlab/Simulink 2018 ва Minitab 16 дастурлари ёрдамида олиб борилган мазкур тадқиқот иши натижалари бикрлик коэффициенти автомобилнинг тебраниш тезланиши ўртача квадратик қиймати $a_{м}$га сезиларли таъсир қилади, ва аксинча османинг қаршилик коэффициенти эса $a_{м}$ га деярли таъсир қилмайди.

Автомобил тезлиги V_a қанча юқори бўлса $a_{м}$ нинг қиймати шунча юқори бўлади, шунингдек йўл қопламасининг сифати қанча паст бўлса $a_{м}$ нинг қиймати шунча юқори бўлади; рессорланган масса M нинг қиймати $a_{м}$ нинг қийматига тескари пропорционалдир, рессорланган масса M ошгани сари $a_{м}$ нинг қиймати пасайиб боради; $a_{м}$ га таъсир қилувчи омиллар таъсир даражасига кўра: йўл тури, автомобилнинг тезлиги, османинг бикрлиги, рессорланган масса, османинг қаршилик коэффициенти эканлигини кўрсатди [11].

МУҲОКАМА. Автотранспорт воситаларинг осмалари ишлаши билан боғлиқ динамик жараёнларни ўрганиш учун куйдаги изланувчиларни тадқиот ишлари кўриб чиқилди. Ҳорижда: Н.Н.Гурский, Т.С. Волченко, Арнауд Клавел, Меҳмет Бакир, Ҳ.Б.Павар, В.Н. Лата, Альсаламех Бальсам ва бошқалар. Мамлакатимизда: Ж.Ш.Иноятходжаев, Ш.П. Алимухамедов, Б.М.Азимов, Д.А. Ахмедовлар ва бошқалар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Лекин бу тадқиқотларда автомобил ҳаракат равонлигини таъминловчи осма тизимининг асосий параметрлари билан автомобил кузовини горизонтал ва вертикал тебраниш тезланишлари орасидаги боғлиқлик ҳусусан кичик ҳажмдаги юк автомобилларда етарли даражада ўрганилмаган.

E-ISSN : 2181-4341
https://wordlyknowledge.uz
IMPACT FACTOR(SJIF) : 3,934



7-расм. Сунъий йўл нотекисликларида белгиланган тезлик V билан ҳаракатланаётган “Labo” кичик юк автомобили. А-автомобилнинг рессорланган ва рессорланмаган массасидаги горизонтал ва вертикал тебраниш тезланишларини аниқлаш учун мўлжалланган акселерометр датчиги



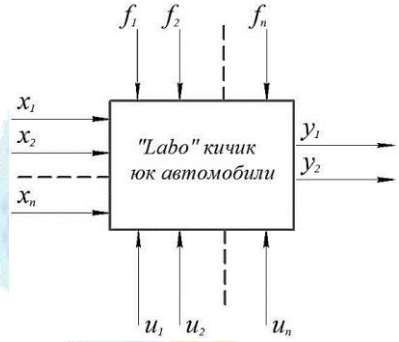
а *б*

8-расм. Тадқиқот объекти (“LABO” автомобилининг осма тизими)
а-олд пружинали мустқил осма; *б*- орқа рессорли номустақил осма

Ушбу боғлиқликни ўрганиш мақсадида юқорида келтирилган тадқиқотчиларнинг ишлари таҳлил қилинди ва тадқиқот мақсади асосида бир ёки бир неча боғликликлар (мақсад функциялар)ни, тадқиқот объекти(ТО)нинг оптималлаш параметрлари, унга таъсир қилувчи

бошқариладиган ва бошқарилмайдиган (тасодифий) кириш таъсир (фактор) ларини аниқлаш учун ТО нинг информацион моделини қуриш мумкин (2.7-расм).

НАТИЖА. ТО сифатида сунъий йўл нотекисликлари билан жихозланган майдончада белгиланган тезликда ҳаракатланаётган “LABO” кичик юк автомобили олинади (7-расм).



9-расм. Тадқиқот объектининг информацион модели

Чиқиш параметрлари сифатида

y_1 – автомобилнинг горизонтал тебраниш тезланиши м/с^2;

y_2 – автомобилнинг вертикал тебраниш тезланиши м/с^2; олинади

Бошқариладиган параметрлар (Кириш параметрлари)

x_1 – осма эластик элементининг тури;

x_2 – османинг бикрлиги, Н/м;

x_3 –осма қаршилигининг қовушқоқлик коэффициенти, Нс/м;

x_4 –автомобил массаси, кг;

x_5 –автомобил тезлиги, м/с;

x_6 – сунъий йўл нотекисликлари орасидаги масофа, м;

x_6 – сунъий йўл нотекисликлари баландлиги, м; олинади

Назорат қилиб бўлмайдиган ва бошқарилмайдиган (тасодифий) параметрлар

f_1 –йўлнинг нотекислги ҳисобига ҳосил бўладиган қаршилик кучлари, кН;

f_2 –йўл қопламаси тури (масалан йўлнинг қаршилик коэффициенти);

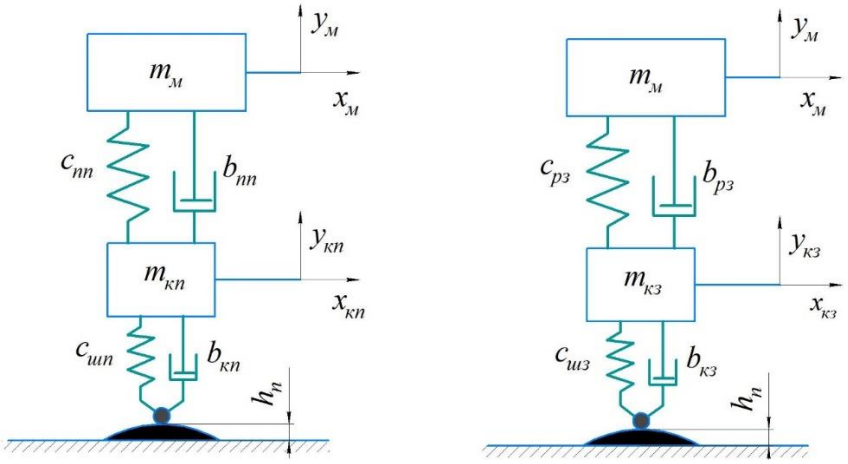
f_3 –автомобил ғилдиракларидаги уринма тортиш кучи, кН;

Назорат қилинадиган ва бошқарилмайдиган параметрлар

u_1 –автомобил ғилдирагидаги ҳаво босими, МПа;

u_2 – автомобил ғилдираклари шинасининг деформацияланиши, м; олинади.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, информацион модел орқали аниқланган параметрлар ёрдамида автомобилнинг олдинги пружинали осмаси ва орқа рессорли осмаси учун динамик модели ишлаб чиқилади (10-расм).



10- расм. Сунъий йўл нотекисликларида белгиланган тезлик *V* билан ҳаракатланаётган “Labo” кичик юк автомобили ҳаракатининг динамик модели.

x_n, y_n –автомобилни рессорланган ва рессорланмаган массаларининг горизонтал ва вертикал йўналишдаги силжиши, м; $m_м, m_к$ – рессорланган ва рессорланмаган масса, кг; b_n, b_n –шина ва осма қаршилигининг қовушқоқлик коэффициенти, Нс/м; c_n, c_n – шина ва османинг эластик элементининг бикрлик коэффициенти, Н/м; h_n – сунъий йўл нотекисликлари баландлиги, м.

ХУЛОСА. Тадқиқот объекти сифатида олинган N1синфидаги “LABO” юк информацион моделини тузишда осмаларнинг турлари бўйича уларнинг хусусиятлари ўрганилиб, автомобил осмаларига таъсир қиладиган асосий омилларни адабиётлар бўйича таҳлили бажарилди. Ушбу тадқиқотлар натижасида автомобил ҳаракатини математик моделини ишлаб чиқиш учун осмасининг динамик модели ишлаб чиқилди.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Гришкевич А.И., Ломако Д.М., Автушко В.П. — Автомобили: Конструкция, конструирование и расчёт. Системы управления и ходовая часть. — Минск: Вышэйшая школа, 1987. — 200 с.

2. Рампель, Йорнсен. Шасси автомобиля: Конструкция и кинематика = Fahrwerktechnik: Konstruktion und Kinematik / Пер. с нем. В. П. Агапова; под ред. И. Н. Зверева. — Москва: Машиностроение, 1983. — 356 с.

3. Рампель, Йорнсен. Шасси автомобиля: Элементы подвески = Fahrwerktechnik: Federung Fahrwerkmechanik / Пер. с нем. А. Л. Карпухина; под ред. Г. Г. Гридасова. — Москва: Машиностроение, 1987. — 288 с.

4. Nguyen Thanh Cong, Nguyen Khac Tuan, Le Van Quynh, Study on inluence of design parameters of suspension system on F-SAE racing car ride comfort // Journal of Scient and Technology Thai Nguyen University of Technology, 118(04), 2014, pp. 49-54.

5. Xiaobin Ning et al., Dynamic Analysis of Car Suspension Using ADAMS/Car for Development of a Software Interface for Optimization // Procedia Engineering 16 (2011) - p. 333 - 341.

6. Nguyen Khac Tuan, Nguyen Van Liem, Evaluating the effect of the working conditions on the ride comfort and road friendliness of the heavy truck, Vibroengineering PROCEDIA, Vol. 21, 2018, p. 83-88.

7. Нгуен Х.Т., Нгуен К.Х. Выбор метода компьютерного моделирования для изучения влияния параметров подвески на комфорт езды гоночного автомобиля «Формула Студент» // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2018. № 5(50). URL: http://7universum.com/ru/tech/archive/item/5893

8. Jazar Reza N., Vehicle Dynamics Theory and Applications, New York, Springer Science+Business Media, 2008. — 1022 p.

9. Тарасик В.П. Теория движения автомобиля, СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 478 с.: ил. — ISBN 5-94157-967-5.

10. ISO 2631-1 (1997). Mechanical vibration and shock-Evanluation of human exposure to whole-body vibration, Part I: General requirements, The International Organization for Standardization.

11. Нгуен Х.М., Нгуен К.Т. Исследование влияния параметров системы подвески и условий эксплуатации на плавность движения автомобиля. // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 9(66). URL: http://7universum.com/ru/tech/archive/item/5893.