

ՓՐԿԱՐԱՐԱԿԱՆ ՄԵՔԵՆԱՆԵՐԻ ԵՎ ՍԱՐՔԱՎՈՐՈՒՄՆԵՐԻ ԹՐԹՌԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏԱԿԱՆ ՄՇԱԿՈՒՄՆԵՐ

Կոխիկյան Սեյրան

ՓԾ և ՃԿ ուսումնական ստորաբաժանում
Փրկարարական ամբիոնի պրոֆեսոր

Հայրապետյան Վարդան

ՓԾ և ՃԿ ուսումնական ստորաբաժանում
Փրկարարական ամբիոնի դասախոս

Պետրոսյան Լուսիկ

ՓԾ և ՃԿ ուսումնական ստորաբաժանում
Փրկարարական ամբիոնի տեխնիկ-հրահանգիչ
DOI:10.61746/18292984-2025.2.27cmt-06

Համառոտագիր: Հոդվածում քննարկվել են հրշեջ տեխնիկաների աշխատանքի ժամանակ առաջացող վնասակար թրթռատատանումները, դրանց առաջացման պատճառները, հարմոնիկների ձևերը, ստուգման և չափման պարամետրերը, տատանումների ամպլիտուդների թույլատրելի սահմանները, դրանց համեմատումը ստանդարտային պահանջների հետ: Առանձնացված են այն մեքենամասերը և հանգույցները, որոնք հանդիսանում են տատանումների աղբյուրներ: Ռեզոնանսներից և վթարներից խուսափելու համար անհրաժեշտ է տատանումների մշտադիտարկում, պատճառների հայտնաբերում և հավասարակշռման միջոցով տատանումների վերացում:

Բանալի բառեր՝ հրշեջ մեքենաներ, սարքավորումներ, թրթռումներ, ռեզոնանս, տատանման հարմոնիկ, հավասարակշռում, ախտորոշում:

Մեքենաների և մեխանիզմների թրթռակայունության թույլատրելի նորմերի խախտումները հանգեցնում են առանձին մեքենամասերի և հանգույցների արագացված մաշերի և կոտրվածքների, ճոճերի և աղմուկի: Թրթռումները առանձնակի վտանգ են ներկայացնում հովհարների, ժապավենային փոխակրիչների և բազմաճոպանային ամբարձիչների համար:

Ընդհանրապես, մեքենաների և մեխանիզմների մոտ որպես թրթռումների առաջացման պատճառներ՝ խմբավորված ձևով կարելի է ներկայացնել հետևյալ կերպ. կցորդման ազդույցների միացման, ատամնանվային փոխանցումների, սահքի և գլորման առանցքակալների արատները, դինամիկական անհավասարակշռությունը, պտտվող մեքենամասերի կենտրոնավորման խախտումները և այլն:

Թրթռումների թույլատրելի սահմանների խախտումների ժամանակին հայտնաբերումը, առաջացման պատճառների վերացումը իջեցնում է մեքենայի պարապուրդի տևողությունը, կրճատում նյութական ծախսերը, ապահովում մեքենաների երկարակեցությունը և հուսալիությունը, ինչպես նաև աշխատանքի անվտանգությունը:

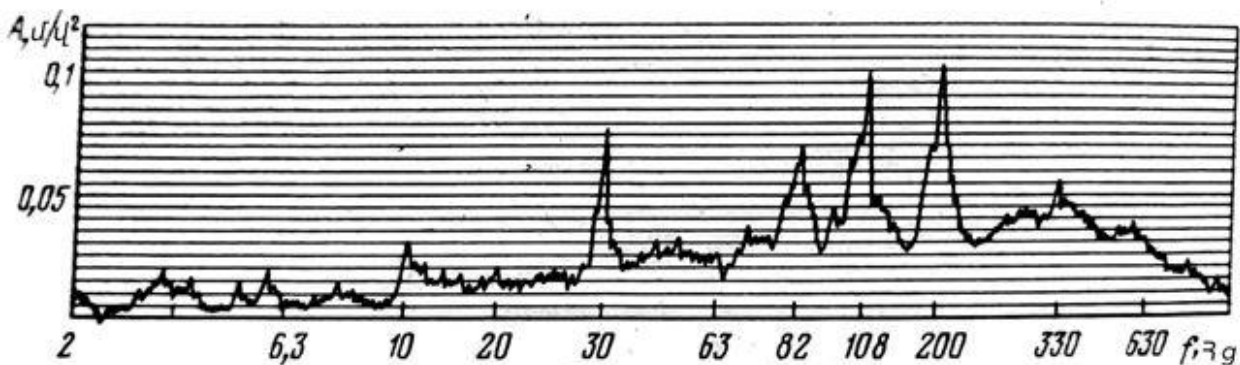
Թրթռումների առաջացման հիմնական գործոնները հանդիսանում են պտտվող մեքենամասերի պտուտաթվերը, որոնց սահմանները փրկարարական տեխնիկաներում տատանվում են ներքոնշյալ սահմաններում՝ ըստ հետևյալ նշանակության մեքենաների՝ ծնկավոր ամբարձիչ – $0...100\text{ր}^{-1}$, ծխահեռացման ավտոմեքենայի հովհար – $150...1750\text{ր}^{-1}$, հրշեջ պոմպակայան – $1600...3300\text{ր}^{-1}$, հրշեջ կենտրոնախույզ պոմպ – 2980ր^{-1} : Պտտման նշված միջակայքերում աշխատող մեքենաների ախտորոշման համար անհրաժեշտություն է ունենալ համապատասխան թրթռաստուգիչ սարքեր:

Հայտնի է, որ թրթռումները առաջանում են պարբերաբար, սահուն փոփոխվող ուժերի ազդեցության տակ, որոնք ազդում են առաձգական մեքենամասերի հավաքական միավորների և ագրեգատների վրա: Այդ ուժերը բնութագրվում են իրենց մեծությամբ, ուղղությամբ և պարբերականությամբ: Որպես արդյունք՝ առաջացող տատանումներն էլ բնութագրվում են համապատասխանաբար ամպլիտուդով, ֆազով և պարբերությամբ:

Թրթռատեղափոխման ամպլիտուդը դեֆորմացվող համակարգի մեկ կետի տեղափոխման մեծությունն է հավասարակշռված վիճակի կետի նկատմամբ: Ֆազը որոշվում է թրթռումների պարամետրի վեկտորի ուղղության շեղման անկյունով՝ հաշվարկման սկզբում մեքենայի լիսեռի շառավղի վրա նշված կետի նկատմամբ:

Պարբերությունը T ժամանակահատվածն է, որի ընթացքում համակարգի մեկ կետը կատարում է մեկ տատանում: Ընդհանրապես թրթռումները հարմար է բնութագրել T պարբերությանը հակառակ f մեծությամբ, որը կոչվում է տատանման հաճախություն և չափվում է Հց-ով:

Թրթռատատանումների դեմ պայքարի գոյություն ունեցող մեթոդների և միջոցների նպատակն է իջեցնել տատանումները մինչև թույլատրելի նորմերը, որոնք կապահովեն աշխատանքի անվտանգությունը, մեքենաների և սարքավորումների երկարաժամկետ հուսալի աշխատանքը:



Նկ.1 Իմպուլսային ազդանշանների ամպլիտուդա-հաճախային բնութագիրը

		Ամպլիտուդները											
Ռոտորի ստանդարտային ն	Տատանման հաճախությունը Հց	Թրթռատեղափոխությունը մմ/վ				Թրթռաարագությունը մմ/վ				Թրթռաարագացում մ.վ ²			
		Գեր.	Լավ	Բավ.	Ճշտման անհրաժեշտություն	Գեր.	Լավ	Բավ.	Ճշտման անհրաժեշտություն	Գեր.	Լավ	Բավ.	Ճշտման անհրաժեշտություն
40	0,667	22	45	88	150	0,09	0,19	0,37	0,62	0,00039	0,00079	0,0015	0,0026
50	0,833	22	44	86	145	0,11	0,23	0,45	0,77	0,00069	0,00012	0,0023	0,0040
75	1,250	21	43	83	145	0,16	0,33	0,65	1,1	0,0013	0,0026	0,0051	0,0088
80	1,333	20	42	82	145	0,17	0,35	0,69	1,2	0,0014	0,0029	0,0057	0,010
100	1,666	20	42	80	140	0,21	0,43	0,84	1,5	0,0022	0,0045	0,0088	0,015
125	2,083	20	41	78	140	0,25	0,53	1,0	1,8	0,003	0,0069	0,013	0,024
150	2,50	19	40	76	140	0,30	0,63	1,2	2,2	0,0047	0,0099	0,019	0,034
160	2,666	19	39	75	135	0,32	0,66	1,3	2,3	0,0053	0,011	0,021	0,039
250	4,166	18	38	72	130	0,47	1,00	1,9	3,5	0,012	0,026	0,049	0,092
375	6,25	16	36	67	120	0,64	1,4	2,6	4,9	0,025	0,055	0,10	0,19
400	6,666	16	35	65	120	0,67	1,5	2,7	5,1	0,028	0,061	0,11	0,21
500	8,333	15	33	61	110	0,77	1,7	3,2	6,0	0,040	0,089	0,17	0,32
600	10,00	14	31	57	110	0,86	1,9	3,6	6,8	0,054	0,12	0,23	0,43
630	10,50	14	30	56	110	0,89	2,0	3,7	7,0	0,059	0,13	0,24	0,46
750	12,50	13	28	53	100	0,99	2,2	4,1	7,8	0,077	0,17	0,32	0,61
800	13,333	12	27	51	98	1,0	2,3	4,3	8,2	0,086	0,19	0,36	0,68
1000	16,666	11	25	47	90	1,2	2,6	4,9	9,4	0,12	0,27	0,51	0,98
1500	25,00	9	21	39	75	1,4	3,2	6,1	12	0,22	0,51	0,96	1,8
2200	36,666	7	17	31	61	1,6	3,8	7,2	14	0,36	0,87	1,7	3,2
4000	66,666	4	10	19	38	1,6	4,1	8,0	16	0,66	1,7	3,4	6,7
8000	133,333	2	5	10	19	1,6	4,1	8,0	16	1,3	3,4	6,7	13
10000	166,666	2	4	8	15	1,6	4,1	8,0	16	1,7	4,3	8,4	17
12000	200,00	1	3	6	13	1,6	4,1	8,0	16	2,0	5,1	10	20
15000	250,00	1	3	5	10	1,6	4,1	8,0	16	2,5	6,4	13	25

Թրթռատատանումների, թրթռաարագության և թրթռաարագացման մակարդակների նորմավորումը, ըստ ռոտորների պտտման ընդունված հաճախության, ցույց է տալիս, որ ռոտորների անկյունային արագությունների ավելացման դեպքում թրթռատեղափոխության թույլատրելի ամպլիտուդը նվազում է, իսկ թրթռաարագացման ամպլիտուդը՝ ավելանում (աղյուսակ 1):

... Թրթռատատանումների տեղափոխման, թրթռաարագության և թրթռաարագացման մակարդակների նորմավորումը՝ կախված ռոտորների համապատասխան ստանդարտային պտուտաթվերից

Թրթռումային պարամետրերը իրար հետ ունեն հետևյալ կախվածությունները.

$$S = 2,5 \cdot 10^4 \text{ a/f}^2 \text{ և}$$

$$S = 1,6 \cdot 10^2 \text{ v/f,}$$

Որտեղ՝

S – թրթռատեղափոխման ամպլիտուդն է, մ կմ,

a – թրթռաարագացումն է մ/վ²,

V – թրթռաարագության ամպլիտուդն է, մ մ/վ,

f – թրթռման հաճախությունն է, Հց:

Գործնականում ընդունված է, որ 12 ... 1500 ր⁻¹ պտույտների դեպքում նպատակահարմար է մեքենաների թրթռականության գնահատման համար նորմավորել S թրթռատեղափոխման ամպլիտուդը. 1500...6000ր⁻¹ պտույտների դեպքում՝ V թրթռաարագության ամպլիտուդը, 6000ր⁻¹ պտույտների դեպքում՝ a թրթռաարագությունը:

Հաճախ թրթռակայունության գնահատման ժամանակ առաջ են գալիս անորոշ իրավիճակներ, որոնց դեպքում պետք է կիրառել «անցանկալի թրթռումների գումարային արժեք» հասկացությունը.

$$\sum E A_i / A_i \leq 1,$$

որտեղ A_i -ն թրթռումների գնահատվող պարամետրի i-րդ հարմոնիկ բաղադրիչն է, A_i -ը թրթռումների չափվող պարամետրի սահմանված ամպլիտուդն է հարմոնիկ բաղադրիչի i - րդ հաճախության համար:

Եթե տատանումների բոլոր տեսակարար վնասակարության գումարը հավասարվում է 1-ի, նշանակում է, որ բարդ տատանումների վնասարարությունը հասնում է սահմանայինին:

Ստացվում է, որ տատանումները գերազանցում են վերին թույլատրելի սահմանը և գտնվում են կարգավորում պահանջող գոտում: Աղյուսակում ներկայացված են թրթռատատանումների չափվող պարամետրերի /S V կամ a/ ամպլիտուդների ստանդարտացված թույլատրելի առավելագույն գոտիների արժեքները: Վթարային գոտին սկիզբ է առնում թույլատրելի առավելագույն գոտուց, որտեղից էլ սկսվում է կարգավորման պահանջը:

Ստանդարտացված պարամետրերի գոտիականության ձևով ներկայացնելը նպատակահարմար է տեխնիկական միջոցների սպասարկումների և նորոգումների կազմակերպման ժամանակ: Չափվող պարամետրերի համար պետք է ներկայացնել բաղադրիչ օղակի ամպլիտուդա-հաճախային բնութագիրը:

Տատանումների չափման համար պետք է ընտրել այն տեղերը, որտեղից տատանումները փոխանցվում են կամ հիմքին, կամ էլ այլ մեքենամասերի: Դրանք

հիմնականում պատվող մեքենամասերն են, որոնք նստած են հենարանային առանցքակալների վրա:

Բոլոր տիպի պոմպերի տատանողական վիճակի գնահատումը իրականացվում է հիմնատակին կամ շրջանակին ամրացնող հեղույանների վրա:

Ծխահեռացման ավտոմեքենաների գլխավոր հովհարների առանցքային թրթռատատանումների հաճախությունների և ամպլիտուդների արժեքների որոշման ժամանակ չափվում են շառավիղային և շառավիղահենարանային առանցքակալների վրա՝ պատյանի տակ:

Յուրաքանչյուր ստուգման ժամանակ ցանկալի է չափումներն իրականացնել հորիզոնական /X/, ուղղաձիգ /Y/ և առանցքային /Z/ ուղղություններով՝ նույն կանգնակին ամրացված թրթռատվիչների օգնությամբ: Տարբեր ժամանակներում կատարված բոլոր չափումների տեղերը, չափման արդյունքները, դրանց շեղումները, կախված թույլատրելի սահմանային մեծություններից, գրանցվում են համապատասխան ուրվագծերի և արձանագրությունների մեջ հետագա ստուգումների արդյունքների հետ համեմատելու և փոփոխությունները հայտնաբերելու համար:

Հրշեջ-փրկարարական մեքենաների համար տատանումների թույլատրելի նորմերի ստուգումն իրականացվում է երկու հարթություններում. նախազգուշական, որը համապատասխանում է կարգավորման պահանջին, այսինքն՝ շահագործական նորմի ստորին սահմանին, իսկ երկրորդ հարթությունում՝ վտանգավորության նորմի ստորին սահմանին:

Մշտադիտարկումները իրականացվում են համապատասխան ստուգիչ ազդանշանային համակարգի միջոցով. վտանգավորության սահմանին հասնելիս այն կարող է անջատել շարժիչը:

Մեքենաների թրթռատատանումների հետազոտման մեթոդների և միջոցների ընտրությունը պահանջում է օպտիմալ մոտեցում: Չարդարացված բարդ չափիչ և ստուգիչ սարքերի կիրառությունը տնտեսապես արդյունավետ չէ և պահանջում է բարձր որակավորում ունեցող մասնագետներ: Բացի այդ՝ հնարավոր է ոչ բավարար տվյալների հավաքում և սխալ եզրակացության հանգում:

Թրթռատատանումների ախտորոշման ժամանակ անհրաժեշտ է ունենալ հետևյալ տվյալները. միջին քառակուսային շեղման, առավելագույն թրթռատեղափոխման, թրթռաարագության և թրթռաարագացման ամպլիտուդները, տատանումների հաճախային սպեկտրները, միևնույն հաճախությունների միջև ֆազերի տեղափոխությունը ազդանշանման ժամանակ, ռեզոնանսային և սահմանային հաճախությունները, տատանողական համակարգի ներքին մարման գործակիցը, շարժմանը դիմադրող ուժերը և մոմենտները, մեքենաների իներցիոն բնութագրերը, լիսեռների և հենարանային հանգույցների ստատիկական և դինամիկական կոշտությունները, անհրաժեշտ հզորությունը և ծանրաբեռնվածությունը,

հավասարակշռման գործակիցները, աղմուկի բնութագիրը, ցածր պտուտաթվերի տակ թրթռատեղափոխությունները, բացականների խախտումների թույլտվածքների ստուգումները, մեքենամասերի երկրաչափությունը և այլն:

Բոլոր մեքենաների թրթռատատանումները մեքենամասերի թրթռումների տեսանկյունից գրեթե նույն բնույթի են. օրինակ՝ մեքենաների ռոտորները, անվակունդերը, լիսեռները, պատյանները, որոնց մեջ տեղադրված են այդ մեքենամասերը: Թվարկածների մեջ հիմնական և ամենակարևոր թրթռատատանման աղբյուրներ հանդիսանում են ռոտորները, որոնց տատանման հաճախությունները որոշվում են հետևյալ կերպ.

$$f_0 = n/60 \text{ վ}^{-1},$$

որտեղ n -ը ռոտորի պտտման հաճախությունն է, վ^{-1} :

Բացի f_0 հիմնական տատանումներից, կարող են առաջ գալ նաև այլ ավելի բարձր if_0 հարմոնիկ տատանումներ, որտեղ i -ն դրական ամբողջ թիվ է: Որքան մեծանում է i թիվը, այնքան բարձր հարմոնիկի ինտենսիվությունը ընկնում է:

Ռոտորային տատանումների գլխավոր պատճառը ռոտորների անհավասարակշռությունն է: Նույն երևույթն է տեղի ունենում նաև ծնկաձև լիսեռների, ռեդուկտորների, փոխանցման տուփերի, կարդանային լիսեռների, անվակունդերի և այլ պտտվող մեքենամասերի և հանգույցների դեպքում: Բացի անհավասարակշռությունից սնվող տատանումների՝ կարող են առաջ գալ նաև տատանումների այլ հարմոնիկներ, որոնց համար պատճառ կարող են հանդիսանալ պտտվող մեքենամասերի արտակենտրոնությունը, լիսեռների ծովածությունը, աստիճանական լիսեռների և առանցքակալների առկայությունը, այլ մեքենաների ազդեցությունը, որոնք ունեն նույն հաճախությունը:

Մեքենաների թրթռաախտորոշման ժամանակ առաջին հերթին պետք է դիտարկել ռեզոնանսային տիպի տատանումները: Եթե մեքենամասը կարճաժամկետ գրգռիչ ուժի ազդեցության տակ դուրս է գալիս հավասարակշռությունից և առաձգական ներքին ուժերի շնորհիվ սկսում է որոշակի հաճախությամբ տատանողական շարժում, այդ հաճախությունը կոչվում է մեքենամասի մարմնի սեփական տատանում: Երբ մեքենամասը գտնվում է ազատ տատանողական շարժման մեջ և պարբերաբար ազդում է գրգռիչ ուժ մեկ հաճախությամբ, որը համընկնում է այդ մեքենամասի ինքնատատանման հաճախության հետ, երևույթը կոչվում է ռեզոնանս:

Մեքենաները, որոնք գտնվում են ռեզոնանսի վիճակում, պետք է ենթարկվեն հավասարակշռման, հակառակ դեպքում անհավասարակշռությունը կարող է առաջ բերել անթույլատրելի տատանումներ: Այդ դեպքում պտտվող մեքենամասի հաճախությունը, եթե համընկնում է լիսեռի սեփական տատանումների հաճախությանը, երևույթը կոչվում է տազնապալի, որից պետք է խուսափել:

ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРАЦИИ СПАСАТЕЛЬНЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

Сейран Кохликан

Профессор кафедры спасательного дела
учебного подразделения по подготовке спасателей
и управлению кризисными ситуациями Образовательного
комплекса Министерства внутренних дел Республики Армения

Вардан Айрапетян

Преподаватель кафедры спасательного дела
учебного подразделения по подготовке спасателей
и управлению кризисными ситуациями
Образовательного комплекса Министерства внутренних дел Республики Армения

Лусик Петросян

Техник-инструктор кафедры спасательного дела
учебного подразделения по подготовке спасателей
и управлению кризисными ситуациями
Образовательного комплекса Министерства внутренних дел Республики Армения

Аннотация. В статье рассматриваются вредные вибрации, возникающие при работе пожарной техники, а также причины их возникновения, формы гармоник, параметры проверки и измерения, допустимые пределы амплитуд колебаний и их сопоставление со стандартными требованиями.

Выделены узлы и детали машин, являющиеся основными источниками вибраций.

Для предотвращения резонансных явлений и аварийных ситуаций необходимо осуществлять постоянный мониторинг колебаний, своевременно выявлять их причины и устранять вибрации путём балансировки.

Ключевые слова: пожарные машины, оборудование, вибрации, резонанс, гармоника колебаний, балансировка, диагностика.

RESEARCH FINDINGS ON VIBRATION OF RESCUE VEHICLES AND EQUIPMENT

Kokhlikyan Seyran

Professor at the Chair of Rescue Works,
Rescue Service and Crisis Management Educational Unit,
Educational Complex of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Armenia

Hayrapetyan Vardan

Lecturer at the Chair of Rescue Works,
Rescue Service and Crisis Management Educational Unit,
Educational Complex of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Armenia

Petrosyan Lusik

Technician-Instructor at the Chair of Rescue Works,
Rescue Service and Crisis Management Educational Unit,
Educational Complex of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Armenia

The article covers the issue of harmful vibrations that occur during the operation of firefighting equipment, as well as the causes of vibration, the harmonic forms, the parameters of vibration measurement, the permissible limit of vibration amplitudes and the comparison with standard requirements. The machine components which cause vibration have been identified. In order to avoid resonance and accidents, it is necessary to carry out ongoing vibration monitoring, to identify the causes of vibration and to eliminate it by means of balancing.

Keywords: - firefighting vehicles, equipment, vibration, resonance, harmonic, balance, diagnosis.

Գրականություն

1. **Кохликян С.А.** Повышение вибростойчивости и качество обработки при шлифовании феритов. Дис.канд.наук, Е.,1987,110 ц.
2. **Կոխլիկյան Ս.Ա.** Վերջնամշակ մետաղահատ հաստոցների թրթռականության լավարկման տեսական և տեխնոլոգիական սկզբունքները գյուղմեքենաների մեքենամասերի մշակման դեպքում: Ատենախոսություն տ.գ.դ. գիտական աստիճանի հայցման համար. Ե.2010,299 էջ:
3. **Кохликян С.А. Есаян М.А.** Резонансные характеристики станка торцового шлифования с механизмом ориентации стола. Тезисы докладов научной конф.проф-препод.состава АрмСХИ, Е.,-1983, с.42-45
4. **Межд.стандарт** для балансировки роторов. ГОСТ ISO 21940-2016

Հոդվածը գրախոսվել է՝ 01.10.2025թ.
Ներկայացվել է րազարության՝ 08.10.2025թ.