

KOMPOZIT MATERIALLARNI PARMALASH JARAYONIDA SIFAT NAZORATINING VIBROAKUSTIK USULLARI

Abdullayev Shuhrat Maxmutjonovich¹,
Abdullayeva Vasilatxon Yuldashali qizi²

Annotatsiya: Ushbu maqolada kompozit materiallarga parmalab mexanik ishlov berish jarayonida yuzaga keladigan vibroakustik tovushlarning hosil bo'lish sabablari, ularning fizik-mexanik tabiatini tushuntiruvchi nazariy asoslar hamda amaliy kuzatuv natijalari yoritilgan. Maqolada shuningdek, akustik signallarni tahlil qilish orqali kesish jarayonini nazorat qilishning ilmiy yondashuvlari bayon etilgan.

Kalit so'zlar: kompozit materiallar, parmalash, vibratsiya, akustik shovqin, rezonans, kesish kuchlari, akustik monitoring, mexanik ishlov.

Kirish

Hozirgi davrda sanoat ishlab chiqarishida yuqori mustahkamlikka, yengillikka va korroziyaga chidamlilikka ega kompozit materiallar keng qo'llanilmoqda. Aviatsiya, avtomobilsozlik, kemasozlik hamda energetika sohalarida bu materiallardan tayyorlangan detallar murakkab shaklli bo'lib, ularni ishlab chiqishda aniq mexanik ishlov berish jarayonlari, xususan, parmalash amaliyoti muhim ahamiyat kasb etadi.

Kompozit materiallar murakkab tuzilishga ega bo'lgani sababli ularni parmalash jarayonida qatlamlararo delaminatsiya, tolalarning uzilishi, asbob yeyilishi va teshik sirtining notekisligi kabi nuqsonlar tez-tez uchraydi. Bunday holatlar tayyor detallar sifatining pasayishiga, ularning mexanik mustahkamligi va ekspluatatsion xususiyatlarining yomonlashishiga olib keladi. Shu sababli, parmalash jarayonida yuzaga keluvchi texnologik o'zgarishlarni real vaqt rejimida kuzatish va sifat nazoratini avtomatlashtirish zaruriy masalaga aylanmoqda.

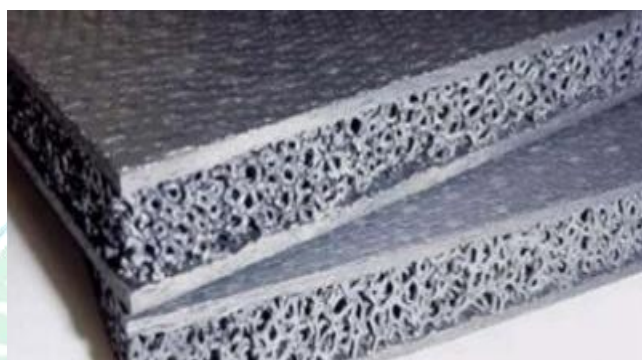
So'nggi yillarda mexanik ishlov berish jarayonlarida vibroakustik tahlil usullari jadal rivojlanmoqda. Vibroakustik signallar yordamida asbob bilan detal o'rtasidagi o'zaro ta'sirni aniqlash, jarayon barqarorligini baholash, shuningdek, nuqsonlar va yeyilishni erta aniqlash imkoniyati yaratiladi. Bu usulning afzalligi shundaki, u kontaktga kirmasdan, real vaqt rejimida nazorat olib borish imkonini beradi.

Shunday qilib, kompozit materiallarni parmalash jarayonida vibroakustik signallar asosida sifat nazoratini tashkil etish nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, balki detallarni ishonchlilik darajasini ham sezilarli yaxshilaydi. Mazkur tadqiqotda kompozit materiallarga parmalab mexanik ishlov berish jarayonida hosil bo'ladigan vibroakustik signallarni tahlil qilish orqali teshik sifati va asbob holatini baholash imkoniyatlari o'rganiladi.

Kompozit materiallarning tuzilishi va ularning mexanik ishlov erishdagi o'ziga xosliklari 1-rasm. Kompozit material - bu ikki yoki undan ortiq komponentlardan tashkil topgan geterogen sistema bo'lib, ularning har biri butun materialning mexanik,

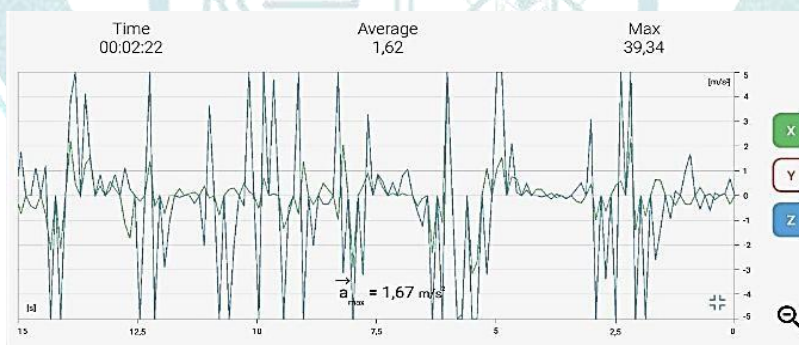
issiqlik va akustik xossalariga alohida hissa qo'shadi. Komponentlar: matrisa (polimer, metall yoki keramika asosli bog'lovchi faza) va armaturaviy tolalar (uglerod, shisha yoki aramid). Bu komponentlarning fizik farqi tufayli kesish jarayonida kuchlanishlar notekis taqsimlanadi, natijada vibratsion energiya hosil bo'ladi.

Parmalash jarayonining dinamikasi. Parmalash - bu aylanma harakat bilan bajariladigan teshik ochish jarayoni bo'lib, u mexanik kesish kuchlariga, ishqalanishga, issiqlik ta'siriga va elastik deformatsiyalarga asoslanadi. Kompozit materiallarda bu jarayon statik emas, balki dinamik tabiatli bo'lib, vaqt davomida kuchlarning o'zgarib turishi natijasida vibratsion hodisalar yuzaga keladi.



1-rasm. Kompozit materiallarning tuzilishi

Vibroakustik tovushlarning hosil bo'lish mexanizmi. Vibroakustik tovushlarning paydo bo'lishi quyidagi fizik bosqichlarda kechadi: mexanik tebranishlarning shakllanishi, rezonans va kuchayish jarayoni, akustik energiyaning tarqalishi hamda energiya yo'qotish va dissipasiyasi. Har bir bosqichda parma va material o'rtasidagi kontakt zonada impulsli kuchlanishlar hosil bo'ladi va ular havo orqali tovush to'lqinlariga aylanadi 2-rasm.



2-rasm. Vibroakustik tovushlarning hosil bo'lish mexanizmi

Vibroakustik tebranishlarning matematik modeli. Vibroakustik tebranishlarni tahlil qilish uchun harakat tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:bu yerda

$$mx+cx+kx=F(t) \quad (1)$$

m – tizimning massa parametri, c – so'nish koeffitsienti,

k – qattqlik koeffitsienti,

$F(t)$ – vaqtga bog'liq kesish kuchi.Bu tenglama yechimidan tebranish amplitudasi va chastotasi aniqlanadi. Agar $F(t)$ periodik bo'lsa, tizim majburiy

tebranish holatiga o'tadi.

Vibroakustik signallarni o'lchash va tahlil qilish usullari. Zamonaviy ishlab chiqarishlarda vibroakustik hodisalarni aniqlash uchun akustik emissiya va tezlanish datchiklari keng qo'llaniladi. O'lchov natijalari

Fourier tahlili yordamida chastota spektriga ajratiladi, natijada asbobning yeyilish holati va rezonans zonalarini aniqlanadi.

Vibroakustik tovushlarning ishlab chiqarish sifatiga ta'siri. Vibroakustik hodisalar sifatining pasayishi, asbobning tez yeyilishi, ishlab chiqarish shovqini, energiya isrofi va operator salomatligiga zarar yetkazish kabi muammolarni keltirib chiqaradi. Shu sababli akustik monitoring tizimlari ishlab chiqarish xavfsizligini ta'minlashda muhim o'rin tutadi.

№	Ta'sir turi	Tavsif
1	Sifatning pasayishi	Teshik chetlarining yirtilishi, qatlamlar ajralishi
2	Asbobning tez yeyilishi	Mikroyoriqlar, tig' deformatsiyasi
3	Ishlab chiqarish shovqini	Ish joyida akustik ifloslanish
4	Energiya isrofi	Foydasiz mexanik ish va issiqlik chiqishi
5	Operator sog'lig'iga zarar	Uzoq muddatli eshitish tizimi yuklanishi

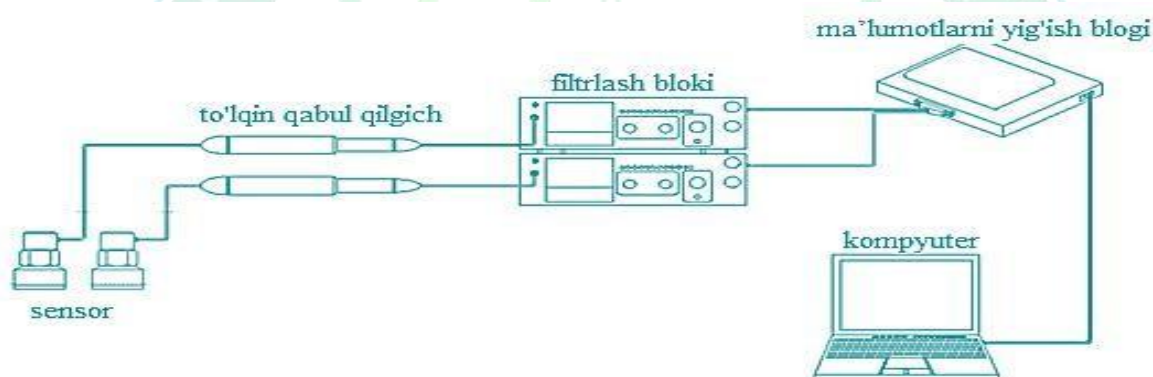
Vibroakustik shovqinlarni kamaytirish texnologiyalari. Kompozit materiallarni parmalashda vibroakustik tovushlarni kamaytirish uchun texnologik, konstruktorlik va axborot texnologiyalari asosida yechimlar qo'llaniladi. Optimal aylanma tezlikni tanlash, sovutish suyuqliklaridan foydalanish va onlayn akustik tahlil tizimlarini joriy etish buning samarali yo'llaridir 3-rasm.

Kompozit materiallarning yuqori mustahkamlik va engillik xususiyatlari ularni aviatsiya, avtomobilsozlik va kosmik texnikada muhim konstruktiv materialga aylantirdi. Shunga qaramay, ularning geterogen tuzilishi (matrisa va armaturadan iborat) sababli mexanik ishlov berish jarayonlari, ayniqsa parmalash, murakkab kechadi. Ishlov berish vaqtida qatlamlar ajralishi (delaminatsiya), tola uzilishi va issiqlik deformatsiyalari paydo bo'lishi mumkin. Shu bois, kompozit materiallarni parmalash jarayonini optimallashtirish dolzarb masala sanaladi.

Tadqiqotlar uglerod tolali (CFRP) va shisha tolali (GFRP) kompozit plastmassalarda olib borildi. Tajribalar quyidagi texnologik parametrlar bo'yicha o'tkazildi:

- Parmaning diametri: 6 mm, 8 mm, 10 mm;
- Aylanma tezlik: 1000–4000 ayl/min;
- Oziqlantirish tezligi: 0,02–0,12 mm/ayl;
- Parma materiali: HSS, karbidli, PCD (polikristalli olmosli);

- Sovutish usullari: quruq, siqilgan havo, suyuq sovutish (emulsiya). Vibroakustik tahlil uchun mikrofonli sensorlar va tezlanish datchiklari o'rnatildi. Olingan signal FFT (Fast Fourier Transform) usuli bilan tahlil qilindi.



3- rasm. Kompozit materiallarni parmalash

Amaliy tadqiqotlar natijalari. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, akustik monitoring tizimi yordamida asbobning yeyilishini 90% aniqlikda prognoz qilish, vibratsion amplitudani 30–40% gacha kamaytirish va nosozliklarni real vaqt rejimida aniqlash mumkin. Uglerod tolali kompozitlarda optimal kesish tezligi 60–80 m/min bo'lganda, tovush darajasi 10 dB ga kamaygan 4-rasm.

3-rasm. Amaliy tadqiqotlar natijalarini tahlil qilish stendining umumiy ko'rinishi

Vibroakustik tahlilning sanoatdagi ahamiyati. Vibroakustik tahlil nafaqat shovqin manbaini aniqlash vositasi, balki nosozliklarni erta aniqlovchi diagnostika usuli sifatida ham muhim ahamiyatga ega. Bu yondashuv asbobning xizmat muddatini uzaytiradi, ishlov berish jarayonini energiya tejamkor qiladi va akustik xavfsizlikni ta'minlaydi.

Xulosa

Kompozit materiallarga parmalab mexanik ishlov berishda hosil bo'ladigan vibroakustik tovushlar murakkab dinamik hodisalar bo'lib, mexanik tebranish, issiqlik, ishqalanish va rezonans jarayonlarining o'zaro ta'siridan yuzaga keladi. Akustik signallarni tahlil qilish orqali kesish jarayonini nazorat qilish va asbob yeyilishini aniqlash mumkin. Kelajakda sun'iy intellekt asosidagi monitoring tizimlari vibroakustik jarayonlarni yanada samarali boshqarishga imkon beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Fayzimatov Sh.N., Ulukhozhaev R.S. A new method for determining the influence of rigidity of a technological system on the accuracy of mechanical processed parts. International Journal Advanced Research in Science, Engineering and Technolu. Of IJARSET, Volume6, Dekember 2019.
2. Fayzimatov B.N., Fayzimatov Sh.N., Abdullayev Sh.M. Kesish maromlarining teshkish sifatiga ta'sirini vibro-akustik signalidan foydalanib tekshirish FarPi ilmiy jurnali 5soni. 2022y. 66-72 betda
3. Fayzimatov B.N., Abdullayev Sh.M. Konstruksion po'latlarga ishlov berishda parmalarning yeyilishini vibroakustik usul bilan tahlil qilishni matematik modellashtirish. "Farg'ona vodiysida innovatsion texnologiyalarning dolzarb muammolari, ta'lim va ishlab chiqarishning integratsiyasi: energiyatejamkor va innovatsion yechimlar" xalqaro ilmiy- texnikaviy anjumani.
4. Abdullayev Sh.M. Vibroakustik signal yordamida parmani nosozlik mezonini aniqlash. Farg'ona vodiysida innovatsion texnologiyalarning dolzarb muammolari, ta'lim va ishlab chiqarishning integratsiyasi: energiyatejamkor va innovatsion yechimlar" xalqaro ilmiy- texnikaviy anjumani.
5. Abdullayev Sh.M Parmalash jarayonida akustik signallarni tahlil qilish: asbob yeyilishini va shikastlanishini aniqlashning innovatsion usullari. "Farg'ona vodiysida innovatsion texnologiyalarning dolzarb muammolari, ta'lim va ishlab chiqarishning integratsiyasi: energiyatejamkor va innovatsion yechimlar" xalqaro ilmiy-texnikaviy anjumani.