

XAVFLI QUYILUVCHAN YUKLARNI TASHISHDA YUKKA TA'SIR  
ETUVCHI OMILLAR VA SAMARALI TASHISH

**Barotov Jamshid Sayfullayevich**

*Toshkent davlat transport universiteti*

*“Yuk transport tizimlari” kafedrasida dotsenti*

**Fayzullayev G‘aybullo O‘ktamovich**

*Toshkent davlat transport universiteti*

*“Yuk transport tizimlari” kafedrasida tayanch doktoranti*

**ANNOTATSIYA:** *Hozirgi kunda dunyo miqyosida xavfli quyiluvchan yuklarni xavfsiz, uzluksiz va samarali o‘z manziliga yetkazish transport sohasidagi muhim masalalardan biri ekanligi bilan dolzarb hisoblanadi. O‘zbekiston temir yo‘l tarmog‘ida issiq iqlim, qiya yo‘llarda yukning tebranish darajasi, energetik samaradorlik va xavfsizlikni inobatga olgan holda xavfli quyiluvchan yuklarni tashishni takomillashtirish zarur ekanligi tahlil qilingan. Ushbu maqolada temir yo‘l transportida xavfli quyiluvchan yuklarni tashishda ekologik xavflarni kamaytirish va bozor talablariga moslashgan holda innovatsion texnologiyalar ishlab chiqilgan.*

**Kalit so‘zlar:** *xavfli yuk, neft, sisterna, tebranish, texnologiya.*

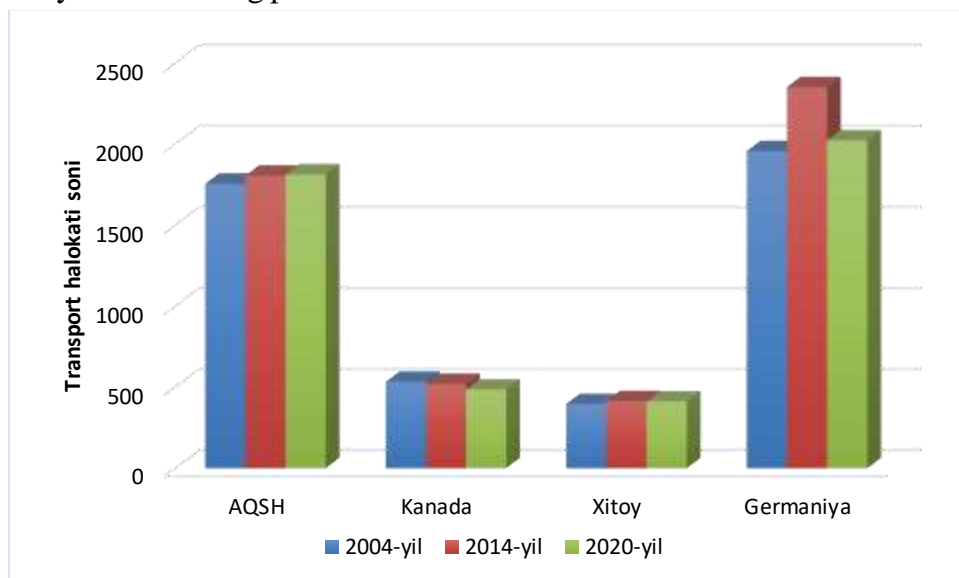
**ANNOTATION:** *Currently, the safe, continuous, and efficient delivery of hazardous liquid cargoes to their destinations remains one of the key challenges in the global transport sector. In the railway network of Uzbekistan, it has been demonstrated that, taking into account the hot climate, cargo vibrations on steep routes, energy efficiency, and safety, the transportation of hazardous liquid cargoes requires optimization. This paper proposes innovative technologies for railway transport that aim to reduce environmental risks associated with hazardous liquid cargoes while adapting to market demands.*

**Keywords:** *hazardous cargo, petroleum, tank car, vibration, technology.*

Xavfli quyiluvchan yuklar – masalan, neft mahsulotlari, kimyoviy modda eritmalari, zaharli va portlovchi suyuqliklar – global logistika tizimining ajralmas qismidir. Ularning xalqaro miqyosda tashilishi zamonaviy sanoat, energetika va kimyo sohalarining asosiy halqasi hisoblanadi. Shu bois, ularni xavfsiz, tejamkor va ekologik toza usulda tashish dolzarb muammo bo‘lib qolmoqda. Misol uchun global transport hajmining oshishi. Bugungi kunda neft va neft mahsulotlarining 60–70% qismi temir yo‘l, dengiz va avtomobil transporti orqali tashiladi. Iqlim o‘zgarishi, urbanizatsiya va energetika sektoridagi talabning ortishi ushbu yuklarning miqdorini yil sayin oshirmoqda. Bu esa xavfli yuklarni klaster tashish xavfsizligini takomillashtirish zaruratini yuzaga keltiradi.

Xalqaro statistik ma’lumotlarga ko‘ra, har yili minglab transport halokati aynan suyuq xavfli yuklar tashilayotgan vaqtda sodir bo‘ladi. Xitoyda 2012-yildan 2020-yilgacha xavfli quyiluvchan yuklarni tashish bilan bog‘liq hodisalar soni

2014-yilda eng yuqori nuqtaga yetib, 414 ta hodisa qayd etilgan. Shuningdek, Germaniyada 2020-yilda suvda xavfli moddalar bilan bog'liq 2,023 ta hodisa qayd etilgan bo'lib, bu 2010-yildan beri eng past ko'rsatkichdir.



1-rasm. Xavfli quyiluvchan yuklarni tashishda transport halokatlari statistikasi

Transportda yuzaga keladigan avariylar, to'kilishlar va portlashlar faqat texnik nosozlik emas, balki ekologik falokat sifatida baholanmoqda. Ayniqsa, suv havzalari yoki aholi yashaydigan hududlarda sodir bo'ladigan avariylar global miqyosdagi e'tiborni tortmoqda. Ularga ko'pincha quyidagilar sabab bo'ladi:

- suyuq yukning sisterna ichida tartibsiz tebranishi;
- bosimning to'satdan ortishi;
- tezlik, burilish yoki tormozlash paytidagi beqarorlik.

Yuqorida aytib o'tilgan sabablar transport sohasida yangi texnologiyalarning joriy etilmasligi, transport birliklarining eskirishi, yuk tashish qoidalariga rioya qilmaslik kabi omillar orqali yuzaga kelmoqda. Yangi texnologiyalarni joriy etish zarurati o'z navbatida iqtisodiy muammolarni ham keltirib chiqaradi. Shu sababli hozirgi kunda ushbu muammolarga arzon ya'ni iqtisodiy jihatda manfaatli, optimal yechimlar va yuk tashish qoidalariga rioya etgan holda yechim topish muhimdir.

Xavfli quyiluvchan yuklarni tashish texnologiyasini bo'yicha ilmiy tadqiqotlar turli mamlakatlarda olib borilgan. AQShning Maryland universiteti professori Dr. Michael Pecht xavfli yuklarni tashishdagi ishonchlik va xavfsizlik tizimlari bo'yicha tadqiqotlar olib borgan. Avstriyaning Vena iqtisodiyot universiteti professori Dr. Hans-Joachim Schramm xavfli yuklarni logistika tizimlarida tashish xavfsizligi va samaradorligini oshirish bo'yicha ishlari bilan tanilgan. Shuningdek, Dr. Jian Wang – Xitoyning Dalian dengiz universiteti olimi, quyiluvchan yuklarni dengiz transportida xavfsiz tashish texnologiyalari bo'yicha tadqiqotlar olib borgan.

Ushbu ilmiy hamda amaliy ishlar bilan shug'ullangan olimlar quyiluvchan yuklarni xavfsiz tashish texnologiyasi bo'yicha ishlar olib borishgan bo'lsada, ular xavfli quyiluvchan yuklarning notekis chayqalishini oldini olish bo'yicha yetarlicha ish olib borishmagan.

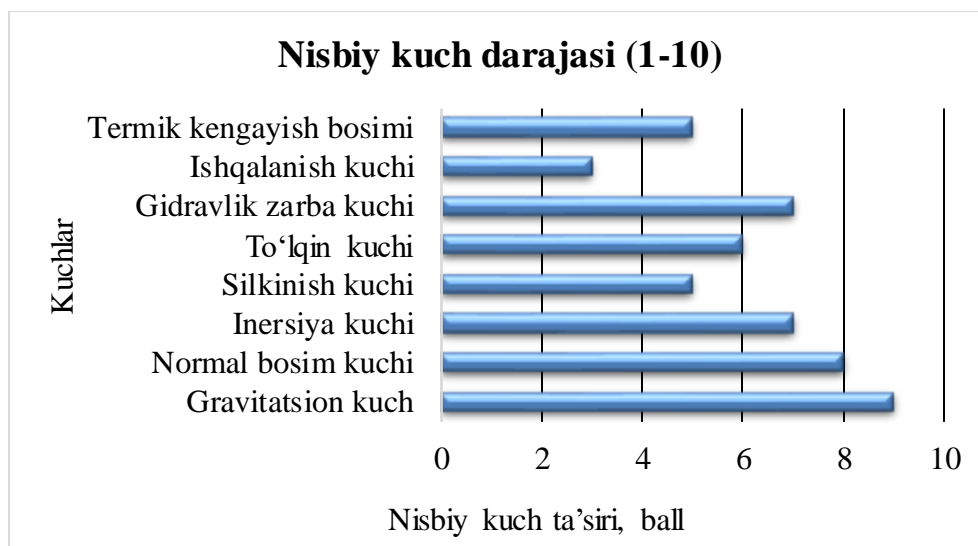
Bugungi kunda xavfli quyiluvchan yuklar xalqaro yo'nalishlarda Xalqaro temir yo'l yuk tashish bo'yicha bitimning (Soglashenie o Mejdunarodnom Jeleznodorojno Gruzovom Soobshenii, SMGS) 2-ilovasi Xavfli yuklarni tashish qoidalariga muvofiq tashiladi. Xavfli quyiluvchan yuklarni tashish qoidalari SMGSning 2-ilovasi 2-qism hamda 3-qismlarida batafsil keltirilgan. Ushbu qoidalarda yuklarga ta'sir qiluvchi omillarning turlarini aniqlagan holda yukka ta'sir etuvchi kuchlar o'rganib chiqildi. Quyida xavfli quyiluvchan (suyuq) yuklarni sistemada tashish jarayonida yukka ta'sir etuvchi kuchlar jadval ko'rinishida to'liq va tizimli keltirilgan. Bu kuchlar yukning holati, harakat yo'nalishi va tashqi sharoitlarga bog'liq holda yuzaga keladi.

**1-jadval**

**Yukka ta'sir etuvchi kuchlar jadvali (sisterna ichida)**

Shuningdek, harakatlanish jarayonida yukka ta'sir etuvchi kuchlarning nisbiyligi 10 ballik tizimda aniqlangan hamda quyidagi grafikda keltirilgan.

№	Kuch turi	Kattaligi	Ta'sir yo'nalishi	Kuchning hosil bo'lishi
1.	Gravitatsion kuch (og'irlik)	$F_g, \text{nyuton}(N)$	pastga (vertikal)	yukning o'z massasidan kelib chiqadigan kuch
2.	Normal bosim kuchi (devorga bosim)	$F_p, \text{pascal} (Pa), N/m^2$	yon devorlarga (radial)	suyuqlik balandligiga bog'liq ravishda sisterna devorlariga bosim
3.	Inersiya kuchi (tezlanishdan)	$F_i, \text{nyuton}(N)$	harakatga qarama-qarshi yo'nalishda	tezlanish yoki to'satdan to'xtashda suyuqlikning siljishi
4.	Silkinish (vibratsion) kuchlar	$F_v, \text{nyuton}(N)$	garmonik tebranish bo'yicha	vagonning harakatida yuzaga keladigan tebranishlar
5.	Suyuq yuk to'lqin (splashing) kuchi	$F_s, \text{nyuton}(N)$	oldinga va yuqoriga	harakat vaqtida yukning to'lqin shaklida urilishi
6.	Gidravlik zarba kuchi	$F_{hd}, \text{nyuton}(N)$	har qanday yo'nalishda	to'satdan to'xtash/tortishda yuzaga keladigan suyuqlik zarbasi
7.	Yuzalararo ishqalanish kuchi	$F_f, \text{nyuton}(N)$	qarshilik yo'nalishida	sisterna devori/material o'rtasidagi ishqalanish



2-rasm. Yukka ta'sir etuvchi kuchlarning nisbiyligi

Yukka ta'sir qiluvchi kuchlarning nisbiyligi va ularning ta'sir qilish yo'nalishlarini aniqlagan holda taklif etilayotgan yukning tartibsiz tebranishini me'yorlashtiruvchi klaster tashish texnologiyasi hosil qiladigan kuch va bosimning qiymatlarini muvozanatlashtirish lozim.

Yukka ta'sir qiluvchi kuchlarning ta'sir qilish yo'nalishlaridan kelib chiqib, yukning tartibsiz tebranishini hosil qiluvchi kuchlar aniqlab chiqildi.

2-jadval

**Yukning tartibsiz tebranishini hosil qiluvchi kuchlar**

№	Kuch turi	Formula	Ta'sir yo'nalishi
1.	Inersiya kuchi	$F_i = m \cdot a$	harakatga qarama-qarshi yo'nalishda
2.	Silkinish (vibratsion) kuchlar	$F_v = k \cdot x$	garmonik tebranish bo'yicha
3.	Suyuq yuk to'liqin (splashing) kuchi	$F_s = \frac{1}{2}(pgh^2L)$	harakatga qarama-qarshi yo'nalishda va yuqoriga
4.	Gidravlik zarba kuchi	$F_{hyd} = \Delta P \cdot A$	har qanday yo'nalishda
5.	Yuzalararo ishqalanish kuchi	$F_f = \mu \cdot N$	qarshilik yo'nalishida
6.	Termik kengayish bosimi kuchi	$F_{\Delta P} = \beta \cdot \Delta T \cdot P \cdot s$	har tomonga

Yukning tartibsiz tebranishini me'yorlashtiruvchi klaster tashish texnologiyasi hosil qiladigan kuch quyidagicha:

$$F_b = \sum_{i=1}^n P_{bi} \cdot S_b$$

$F_b$  – taklif etilayotgan yukning tartibsiz tebranishini me'yorlashtiruvchi klaster tashish texnologiyasining qarshilik kuchi, N.

$\sum_{i=1}^n P_{bi}$  – taklif etilayotgan ko'p qavatli havo sharining qatlamlaridagi bosimlar yig'indisi, N/m<sup>2</sup>.

$S_b$  – taklif etilayotgan ko'p qavatli havo sharining xavfli quyiluvchan yukka ta'sir etuvchi sirt yuzasi, m<sup>2</sup>.

Xavfli quyiluvchan yukka ta'sir qiluvchi kuchlar natijasida yukning tartibsiz tebranishini me'yorlashtiruvchi klaster tashish texnologiyasining muvozanat sharti:

$$F_b \geq \sum_{i=1}^n F_i$$

Bu yerda:

$\sum_{i=1}^n F_i$  – yukning tartibsiz tebranishini hosil qiluvchi  $i$ -turdagi kuchlar yig'indisining miqdori, N.

## XULOSA

Izlanishlar natijasida, xavfli quyiluvchan yuklarni tashishda yukka ta'sir qiluvchi kuchlar va ularning nisbiylik darajasi aniqlandi hamda ushbu kuchlarni yukning tartibsiz tebranishi me'yorlashtiruvchi klaster tashish texnologiyasi ishlab chiqildi. Biz taklif etayotgan ko'p qavatli havo yostiqli texnologiya sistemadagi yuklarga ta'sir etuvchi kuchlarni me'yorlashtirishga hamda yukning notekis chayqalishini oldini olishga yordam beradi. Ko'p qavatli havo yostiqli texnologiyaning bosim kuchi  $F_b \geq \sum_{i=1}^n F_i$  shartni bajarishi yuk tebranishini me'yorlashtiruvchi asosiy omildir.

Quyida keltirilgan takliflar O'zbekiston Respublikasi kabi quruqlikdagi davlatlar uchun shuningdek, xavfli quyiluvchan yuklarni katta miqdorda tashiladigan davlatlar uchun muhim yechimdir:

- Ko'p qavatli havo yostiqli texnologiyalar;
- Bosimni avtomatik boshqarish tizimlari;
- Monitoring va nazorat tizimlari.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. <https://www.statista.com/>
2. Fayzullayev G.O'. Xavfli quyiluvchan yuklarni tashishda muammolar tahlili va yechimlari // Tanqidiy nazar, tahliliy tafakkur va innovatsion g'oyalar. Vol. 1 No. 9 (2025): 760-761.

3. Fayzullaev G.O. International transportation of dangerous liquid cargo: problems, statistics and solutions // American Journal of Modern World Sciences. Vol. 2 No. 5 (2025): 136-141.

4. Sayfullayevich B. J. et al. Mahalliy poyezdlarni yuk va oraliq stansiyalarga xizmat ko'rsatish texnologiyasi tadqiqi //Нововведения Современного Научного Развития в Эпоху Глобализации: Проблемы и Решения. – 2023. – Т. 1. – №. 5. – С. 88-91.

5. Sayfullayevich B. J. et al. Uchastkada yuk poyezdlari harakatlanishining oqilona chora tadbirlari //Нововведения Современного Научного Развития в Эпоху Глобализации: Проблемы и Решения. – 2023. – Т. 1. – №. 5. – С. 84-87.