

## QATTIQ JISMNING TAYANCH REAKSIYALARNI ANIQLASH

**Qodirov Anvar Gulyamovich***Toshkent davlat Transport Universiteti dotsenti***Sahobiddinov Ulug‘bek Akramjon o‘g‘li***Toshkent davlat Transport Universiteti talabasi***To‘lqinov Ro‘zali Sharifjon o‘g‘li***Toshkent davlat Transport Universiteti talabasi*

**Annotatsiya:** Ushbu ishda qattiq jismning tayanch reaksiyalarini aniqlash masalasi statika va mustahkamlik nazariyasi nuqtayi nazaridan yoritilgan. Tayanch reaksiyasi tushunchasi, ularning turlari (normal, ishqalanish va taranglik kuchlari) hamda bog‘lanish reaksiyalari batafsil izohlangan. Qattiq jism muvozanat shartlari — kuchlar va momentlar yig‘indisining nolga tengligi asosida tayanch reaksiyalarini aniqlash usullari bayon etilgan. Kuchlarning o‘qlardagi proeksiyalari va kuch momenti tushunchasi nazariy hamda amaliy misollar orqali tushuntirilgan. Shuningdek, qo‘zg‘aluvchan va qo‘zg‘almas sharnirli tayanchlar, qistirib mahkamlangan tayanchlarning mexanik xususiyatlari ko‘rib chiqilgan. Mavzu avtomobil yo‘llari muhandisligida ko‘priklar, estakadalar va yo‘l inshootlarining mustahkamligi hamda barqarorligini ta‘minlashdagi ahamiyati bilan asoslab berilgan. Tayanch reaksiyalarini to‘g‘ri aniqlash yo‘l konstruksiyalarining xavfsiz, uzoq muddatli va iqtisodiy samarali ishlashini ta‘minlashda muhim o‘rin tutishi ko‘rsatib o‘tilgan.

**Kalit so‘zlar.** Qattiq jism, tayanch reaksiyasi, bog‘lanish reaksiyasi, statika, muvozanat shartlari, kuch proeksiyasi, kuch momenti, normal reaksiya, ishqalanish kuchi, taranglik kuchi, sharnirli tayanch, qistirib mahkamlangan tayanch, ko‘priklar inshootlari, avtomobil yo‘llari muhandisligi, mustahkamlik nazariyasi

**Annotation.** This paper discusses the determination of support reactions of rigid bodies from the standpoint of statics and strength of materials. The concept of support reactions, their types (normal reaction, friction force, and tension force), and constraint reactions are explained in detail. Methods for calculating support reactions based on equilibrium conditions—namely, the conditions that the sums of forces and moments are equal to zero—are presented. The projection of forces onto coordinate axes and the concept of the moment of a force are clarified through theoretical explanations and practical examples. Various types of supports, including movable and fixed hinged supports as well as fixed (clamped) supports, are analyzed with respect to their mechanical behavior. Special attention is given to the application of these principles in highway engineering, particularly in the design and analysis of bridges, road structures, and supporting elements. Accurate determination of

*support reactions is shown to be essential for ensuring structural stability, load-bearing capacity, durability, and the safe and economical operation of highway infrastructure.*

**Keywords.** *Rigid body, support reaction, constraint reaction, statics, equilibrium conditions, force projection, moment of force, normal reaction, friction force, tension force, hinged support, fixed support, bridge structures, highway engineering, strength of materials.*

**Аннотация.** *В данной работе рассматривается задача определения опорных реакций твёрдого тела с позиций статики и теории сопротивления материалов. Подробно раскрыто понятие опорных реакций, их виды (нормальная реакция, сила трения и сила натяжения), а также реакции связей. Описаны методы определения опорных реакций на основе условий равновесия, заключающихся в равенстве нулю сумм сил и моментов. Рассмотрены проекции сил на координатные оси и понятие момента силы, проиллюстрированные теоретическими положениями и практическими примерами. Проанализированы различные типы опор: подвижные и неподвижные шарнирные опоры, а также жёстко закреплённые опоры, с точки зрения их механических характеристик. Особое внимание уделено применению теоретической механики в инженерии автомобильных дорог, включая расчёт мостов, дорожных конструкций и опорных сооружений. Показано, что точное определение опорных реакций является необходимым условием обеспечения прочности, устойчивости, долговечности и безопасной эксплуатации дорожных сооружений.*

**Ключевые слова.** *Твёрдое тело, опорная реакция, реакция связи, статика, условия равновесия, проекция силы, момент силы, нормальная реакция, сила трения, сила натяжения, шарнирная опора, закреплённая опора, мостовые сооружения, автомобильные дороги, сопротивление материалов*

Qattiq jismning tayanch reaksiyalarini aniqlash fizikada, xususan, statika va mustahkamlik nazariyasida muhim masala bo'lib, bu jismga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlar va momentlar (og'irlik, bosim, tortish kuchi) o'rniga, reaksiya kuchlari (tayanchlardagi normal kuchlar) hisoblanadi va muvozanat shartlari (kuchlar yig'indisi va momentlar yig'indisi nolga teng) yordamida aniqlanadi, bu esa strukturaning barqarorligini ta'minlaydi.

#### **Tayanch reaksiya kuchlari nima?**

- **Tayanch reaksiyasi** – bu qattiq jismga qo'yilgan tashqi yuklamaga javoban tayanchlar (masalan, ustunlar, devorlar, konsollar) tomonidan hosil bo'ladigan qarshilik kuchi.

• Ular asosan ikki turga bo'linadi: vertikal (normal) reaksiyalar va gorizontal reaksiyalar (agar yuk gorizontal bo'lsa).

### Tayanch reaksiyalarini aniqlash usullari

Muvozanat shartlari:

Kuchlar muvozanati: Barcha tashqi kuchlar va reaksiya kuchlarining vektor yig'indisi nolga teng:  $\sum F_{x_i} = 0$   $\sum F_{y_i} = 0$ .

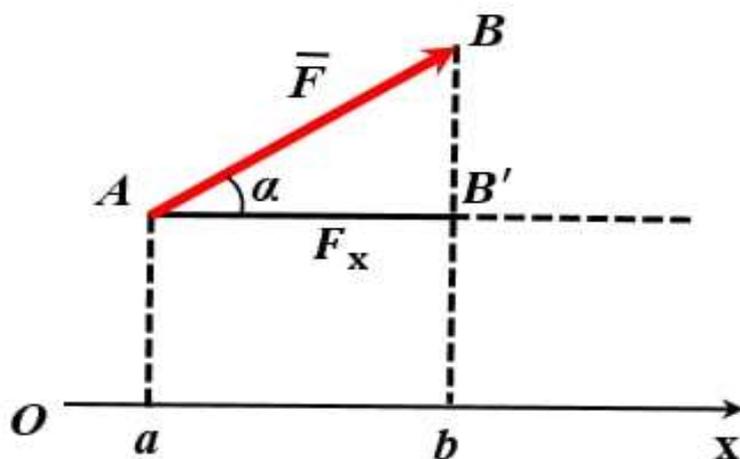
Momentlar muvozanati: Ixtiyoriy nuqtaga nisbatan barcha kuchlar momentlarining yig'indisi nolga teng:  $\sum M_A(\vec{F}_i) = 0$ , (bu yerda A- moment olingan nuqta) momentni hisoblash.

### 1. Kuchning o'qdagi proeksiyasi

Kuchning o'qdagi proeksiyasi deb, kuch vektorining boshi va oxiridan o'qqa tushirilgan ikkita perpendikulyar orasidagi o'q kesmasiga aytiladi.

Kuchning  $x$  o'qdagi proyeksiyasi kuch modulining kuch va o'qning musbat yo'nalishi orasidagi burchak kosinusiga ko'paytmasiga teng algebraik kattalikdir (rasm):

$$F_x = ab = F \cos \alpha.$$



$$F_x = F \cos \alpha; \quad F_y = F \sin \alpha; \quad F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2}$$

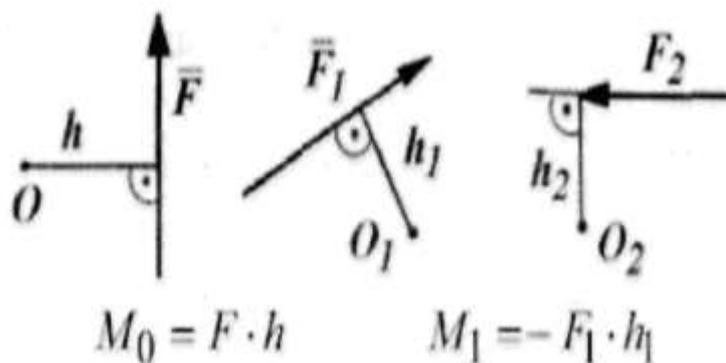
Bunda  $a$  –  $F$  kuchning  $Ox$  o'qi musbat yo'nalishi bilan tashkil etgan burchagi.

### 2. Kuchning nuqtaga nisbatan momenti

Kuch ta'sirida jism ilgari lanma harakatda, biror nuqta yoki o'q atrofida aylanma harakatda bo'lishi mumkin. Mexanikada jismni aylantiruvchi kuchning ta'siri kuch momenti deb ataladigan kattalik bilan o'lchanadi.

Qattiq jism O nuqta atrofida  $\vec{F}$  kuch ta'sirida erkin aylanma harakat qilsin. Jismni O nuqta atrofida tez yoki sekin aylanishi kuchning qiymati va yelkasiga bog'liq. Kuchning aylantiruvchi ta'siri kuch momenti bilan xarakterlanadi. Kuchning nuqtaga nisbatan momenti tushunchasini Leonardo da Vinchi (1452-1519) kiritdi.

**Kuchning nuqtaga nisbatan momenti deb, kuch modulini uning yelkasiga ko'paytmasiga aytiladi.**



Kuch momenti qaysi nuqtaga nisbatan olinsa, shu nuqta moment markazi deb ataladi. Moment markazidan kuchning ta'sir chizig'igacha bo'lgan eng qisqa oraliq kuchning yelkasi deyiladi. Bunda h- kuchning O nuqtaga nisbatan yelkasi. Kuch momentining birligi - nyuton metr (Nm). Kuch moment markazi atrofida jismni soat stryelkasining harakat yo'nalishiga teskari tomonga aylantirishga intilganda, kuch momentini musbat va aksincha, soat stryelkasi yo'nalishda aylantirsa - manfiy ishorali deb olinadi. Kuchning miqdori va yo'nalishini ozgartirmay ta'sir chizig'i bo'ylab istalgan nuqtaga ko'chirilsa, kuch momenti o'zgarmaydi. Agar kuchning ta'sir chizig'i moment markazidan o'tsa, uning shu markazga nisbatan momenti nolga teng bo'iadi, chunki bu holda kuchning yelkasi nolga teng.

**Mavzuga doir masala namunasi.**

Kvadrat plastinaning A nuqtasiga  $F=150\text{N}$  kuch ta'sir etadi. Agar kvadratning tomonlari  $0,2\text{m}$  bo'lsa, kuchning B nuqtaga nisbatan momentini toping?

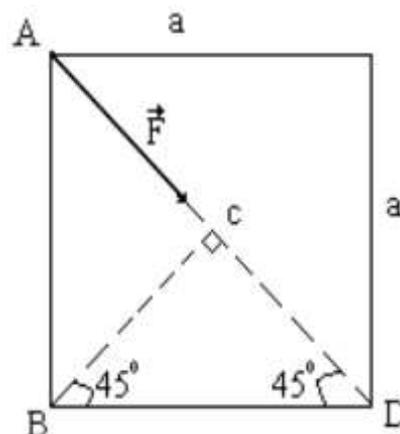
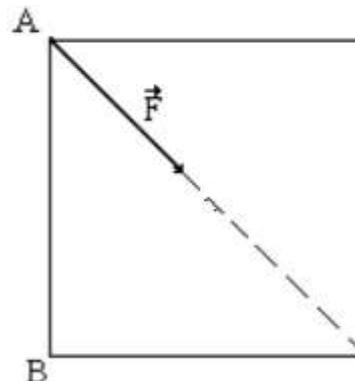
Berilgan:  $a = 0,2\text{m}$   $F = 150\text{N}$ .  $mom_A(\vec{F}) = ?$   
Ta'rifga ko'ra F kuchidan B nuqtaga nisbatan moment olsak:

$$mom_B(\vec{F}) = -BC \cdot F;$$

$$\Delta ABCD \text{ dan } BD^2 = BC^2 + CD^2$$

$$2BC^2 = BD^2 \quad BC = \frac{BD}{\sqrt{2}} = \frac{0,2}{1,41} = 0,14$$

$$mom_B(\vec{F}) = -BC \cdot F = -0,14 \cdot 150 = -21 \text{ N} \cdot \text{m}$$



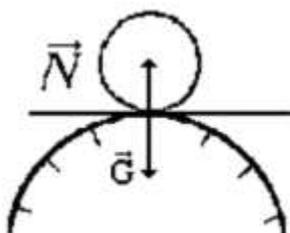
### Bog'lanish va bog'lanish reaksiya kuchlari

**Ta'rif:** Jismning harakati yoki holati biror sabab bilan cheklangan bo'lsa, u bog'lanishdagi jism, jismning harakat yoki holatini cheklovchi sabab esa bog'lanish, bog'lanishning jismga ta'sirini beruvchi kuchga bog'lanish reaksiya kuchi deyiladi. Umumiy holda tayanch reaksiya kuchining yo'nalishi tashqi kuchlarga bog'liq bo'lib, yo'nalishi tashqi kuchlarga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi. Jism qo'zg'almas silliq bo'lmagan sirtga tayangan bo'lsa, sirtning normal reaksiya kuchi  $\vec{N}$ ,  $\vec{F}$  - ishqalanish kuchi,  $\vec{G}$  - jismning og'irlik kuchi paydo bo'ladi. Jism va jismlar cho'zilmaydigan ip, zanjir, qayish yoki sterjenlar vositasida osilgan bo'lsa, ularda hosil bo'ladigan reaksiya kuchlari mos ravishda iplar, zanjirlar, qayishlar va sterjenlar bo'ylab yo'nalgan bo'ladi.

Iplarda hosil bo'ladigan reaksiya kuchlari odatda  $\vec{T}_A$ ,  $\vec{T}_B$ , bilan belgilanadi va taranglik kuchi deyiladi. Qo'zg'aluvchan -sharnirli tayanch jismning sharnir o'qi atrofida aylanishiga va tayanch tekisligiga nisbatan parallel ravishda siljishiga imkon beradi. U holda bunday bog'lanish reaksiyasi tayanch tekisligiga perpendikulyar yo'nalgan va moduli jihatdan noma'lum bo'ladi. Qo'zg'almas-sharnirli tayanch faqat jismning sharnir o'qi atrofida aylanishiga imkon beradi, lekin hech qanday chiziqli siljishiga imkon bermaydi.

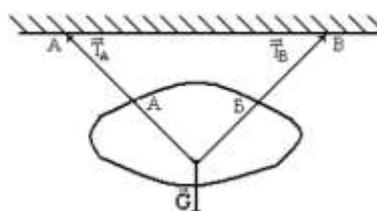
**Silliqlik tekislik**

**N- normal reaksiya kuchi**

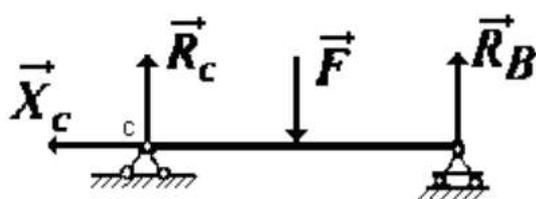


**Ip, tros, zanjir.**

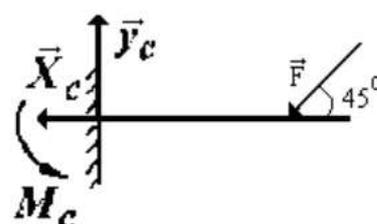
**$\vec{T}_A$  va  $\vec{T}_B$  taranglik kuchlari**



**Qo'zg'aluvchan sharnirli (B) va Qo'zg'almas sharnirli (C) ikki tayanchli balka**

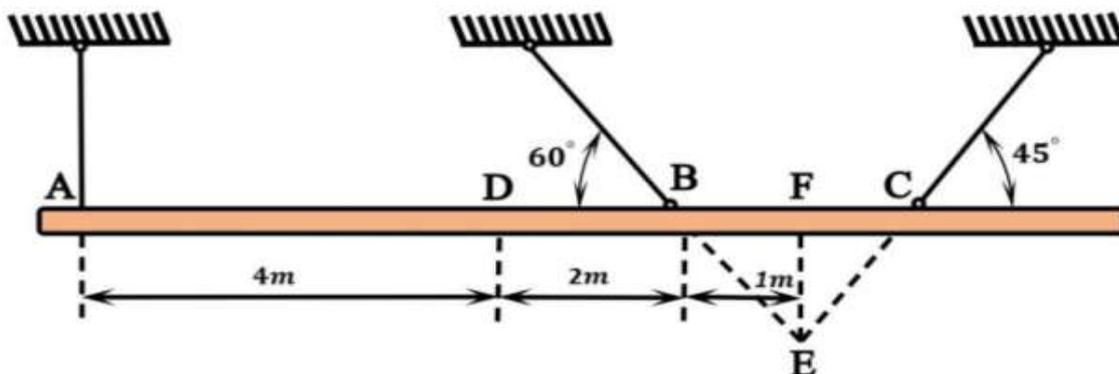


**Qistirib maxkamlangan tayanch**



Agar jismlar bir-biri bilan boltlar yordamida bog'langan bo'lsa, bunday bog'lanish sharnirli bog'lanish deyiladi. Qo'zg'almas sharnirli tayanchda tayanch reaksiya kuchi ixtiyoriy tomonga yo'nalgan bo'ladi. Uning xaqiqiy yo'nalishini masalani yechgandan so'ng aniqlanadi. Shuning uchun reaksiya kuchlarini ikkita koordinata o'qlari bo'ylab tashkil etuvchilarga ajratib olinadi. Qistirib mahkamlangan tayanch balkani qistirib qo'yilgan uchini chiziqli siljishi bilan aylanishiga ham yo'l qo'ymaydi. Bu holda reaksiya kuchlari  $X_c$ ,  $Y_c$  va qarshilik ko'rsatuvchi moment  $M_c$  hosil bo'ladi.

**1-misol.** Avtomobil ko‘prigining qismlarini yig‘ishda ko‘prik fermasining biror  $ABC$  qismini rasmda ko‘rsatilgandek uchta arqon bilan ko‘tarishga to‘g‘ri keldi (1-rasm). Ferma shu qismining og‘irligi  $42 \text{ kN}$ , og‘irlik markazi  $D$  nuqtada. Masofalar:  $AD = 4 \text{ m}$ ,  $BD = 2$ ,  $BF = 1 \text{ m}$ . Agar  $AC$  to‘g‘ri chiziq gorizontal bo‘lsa, arqonlardagi taranglik kuchlari qancha bo‘ladi?



1-rasm

**Yechish.** Ta‘sir etuvchi barcha kuchlarni belgilab olamiz (2-rasm). Kuchlarning  $x$  va  $y$  o‘qlaridagi proyeksiyalari hamda  $C$  nuqtaga nisbatan momentlari uchun muvozanat tenglamalarini tuzib olamiz:

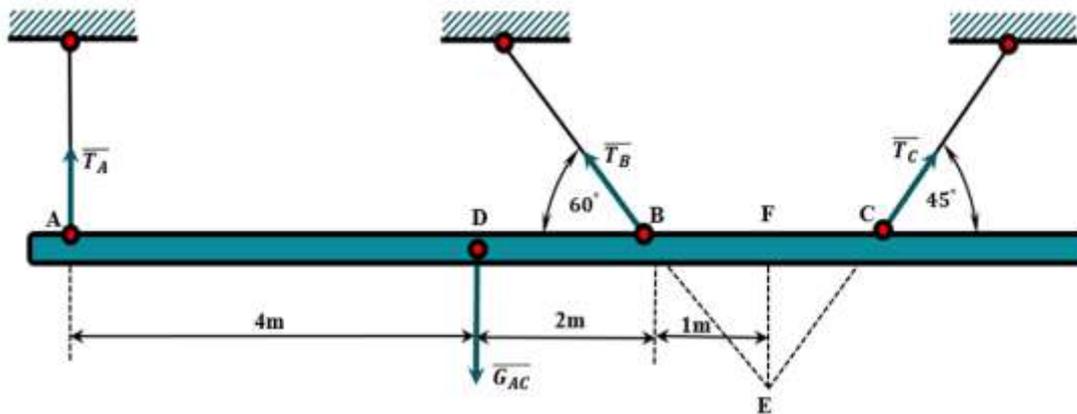
$$\sum F_{xi} = 0: -T_B \cos 60^\circ + T_C \cos 45^\circ = 0, \quad (1)$$

$$\sum F_{yi} = 0: T_A + T_B \cos 30^\circ + T_C \cos 45^\circ - G_{AC} = 0, \quad (2)$$

$$\sum M_C(\bar{F}_i) = 0: -T_A \cdot 7 + G_{AC} \cdot 3 = 0. \quad (3)$$

(3) tenglamadan  $T_A = \frac{3 \cdot G_{AC}}{7} = \frac{3 \cdot 42}{7} = 18 \text{ kN}$  qiymatni topib olamiz.

(1) tenglamadan  $T_B = \frac{T_C \cdot \cos 45^\circ}{\cos 60^\circ}$  tenglikni aniqlab olamiz.

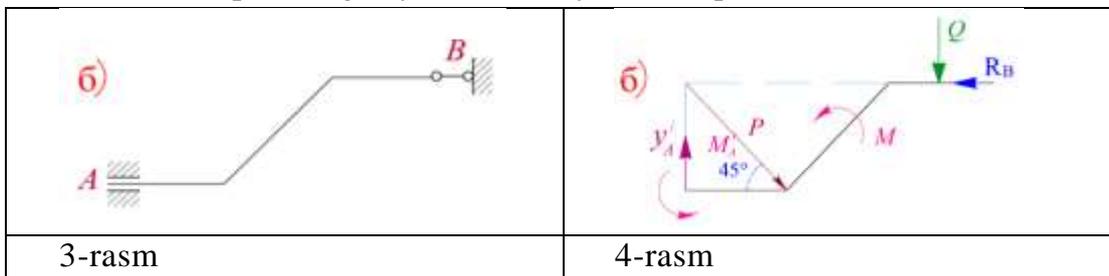


2-rasm

(2) tenglamadan  $T_C = 12,43$  kN qiymatni topib olamiz. Buni (1) tenglikka qo‘yib  $T_B$  ni qiymatni aniqlaymiz:  $T_B = 17,57$  kN.

**Javob:**  $T_A = 18$  kN,  $T_B = 17,67$  kN,  $T_C = 12,43$  kN.

**2-misol.** Brusni mahkamlash sxemasi berilgan (3-rasm);  $P = 5$  kN;  $M = 8$  kN·m;  $q = 1,2$  kN/m. A va B nuqtalardagi tayanch reaksiyalari aniqlansin.



**Yechish.** Muvozanatlangan kuchlar sistemasini tekshirib chiqamiz. Bog‘lanishlarni reaksiya kuchlari bilan almashtiramiz (4-rasm). Tekis taqsimlangan  $q$  yuklamani teng ta‘sir etuvchi bilan almashtiramiz:  $Q = q \cdot 2 = 2,4$  kN.

Muvozanat tenglamalarini tuzib, tayanch reaksiyalarini aniqlaymiz:

$$\sum X_i = 0, P \cdot \cos 45^\circ - R_B = 0 \text{ bu yerdan } R_B = 3,54 \text{ kN,}$$

$$\sum Y_i = 0, Y_A - P \cdot \sin 45^\circ - Q = 0 \text{ bu yerdan } Y_A = 5,94 \text{ kN,}$$

$$\sum M_A(\bar{F}_i) = 0, M_A - P \cdot 2 \sin 45^\circ + M - Q \cdot 5 = 0 \text{ bu yerdan } M_A = 11 \text{ kN}\cdot\text{m.}$$

Hisoblash natijalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

Jadval

Sxema	Moment; kN·m $M_A$	kN	
		Kuchlar,	
		$Y_A$	$R_B$
б)	11,00	5,94	3,54

Avtomobil yo‘llari muhandisligida yo‘l inshootlari va konstruktiv elementlarning mustahkamligi hamda uzoq muddat xizmat qilishi qattiq jismlarning tayanch reaksiyalarini to‘g‘ri aniqlashga bevosita bog‘liqdir. Ko‘priklar, estakadalar, yo‘l qoplamalari, tayanch devorlar va quvur o‘tkazgichlar qattiq jism sifatida qaralib, ularga transport yuklari, o‘z og‘irligi hamda tashqi muhit ta’sirlari ta’sir etadi.

Nazariy mexanika qonunlariga asosan tayanch reaksiyalarini aniqlash orqali avtomobil yo‘li elementlarida hosil bo‘ladigan ichki kuchlar va kuchlanishlar baholanadi. Masalan, ko‘prik tayanchlaridagi reaksiya kuchlarini to‘g‘ri hisoblash transport vositalaridan tushadigan dinamik va statik yuklarning xavfsiz taqsimlanishini ta’minlaydi. Bu esa cho‘kish, siljish yoki konstruksiyaning buzilishining oldini olishga xizmat qiladi.

Avtomobil yo‘llari muhandisligida tayanch reaksiyalarini aniqlash yo‘l asoslari va qoplamalarining yuk ko‘tarish qobiliyatini baholashda ham muhim ahamiyatga ega. Yo‘l poydevori va tuproq asosidagi reaksiya kuchlarini hisobga olish orqali yo‘l deformatsiyalari, cho‘kishlar va yoriqlar ehtimoli kamaytiriladi, qattiq jismning tayanch reaksiyalarini aniqlash nazariy mexanikaning avtomobil yo‘llari muhandisligidagi amaliy qo‘llanilishini ifodalaydi. Ushbu bilimlar asosida xavfsiz, bardoshli va iqtisodiy jihatdan samarali avtomobil yo‘llari hamda yo‘l inshootlarini loyihalash va ekspluatatsiya qilish imkoniyati yaratiladi.

### Foydalanilgan adabiyotlar

1. T.Rashidov va boshqalar. Nazariy mexanika asoslari. T.: O‘qituvchi, 2020 y.
2. И.В. Мешчерский. Назарий механикадан масалалар тўплами. Т.: Ўқитувчи, 1986-1989 й.
3. М.М. Mirsaidov va boshqalar. Nazariy va amaliy mexanika. I-qism. T.: Adabiyot, 2023y, 398b.
4. P. Shoxaydarova, Shoziyotov, Sh. Zoirov “Nazariy mexanika” darslik. Toshkent 1991 yil.
5. I.V. Meshcherskiy. Nazariy mexanikadan masalalar to‘plami o‘quv qo‘llanmasi. Toshkent 1989 yil