

## **UZTE16M TEPLOVOZI ARAVACHA RAMASINI MUSTAHKAMLIKKA HISOBLASH**

*Zaynitdinov Nuraddin Savranbek o'g'li*

*texnika fanlari nomzodi (PhD)*

*Abdullayev Amirxon To'lqinbek o'g'li*

*Toshkent davlat transport universiteti magistranti*

**Annotatsiya:** Lokomotiv aravachasi harakatlanuvchi tarkibning, harakat davomida eng katta yuklamalarni qabul qiluvchi qismlaridan biri hisoblanadi. Lokomotiv aravachasining ramasiga g'ildirak juftlari, ressorali osma, tortuv va tormoz uskunalari o'rnatiladi. Aravachaning ramasi kuzov va uning ichidagi barcha uskunalardan, ramaning o'z og'irligidan hosil bo'luvchi, tortish va tormozlanish kuchlaridan hamda harakat davomida hosil bo'ladigan tebranishlar natijasida yuzaga keluvchi yuklanishlarni qabul qiladi. Maqolada SolidWorks dasturi yordamida rama konstruksiyalarini modellashtirish hamda mustahkamlikka hisoblash ishlari amalga oshirilgan.

**Kalit so'zlar:** lokomotiv, aravacha ramasi, TED, yuklama, dvigatel, Chekli-elementlar.

Lokomotiv aravachasiga ta'sir ko'rsatuvchi kuchlarning hisobi mustahkamlik talablari, teplovoz va uning konstruksiyasiga qo'yiladigan talablarni hisobga olgan holatda amalga oshiriladi. Quyida biz UzTE16M teplovozining aravachasi misolida ushbu hisob kitoblarni ko'rib chiqamiz.

UzTE16M teplovozining massasi – 138 t.

Seksiyalardagi bitta aravachasining og'irligi – 24,8 t.

Aravacha ramasining massasi – 3,3 t.

Verikal statik o'girlik – 88,4 t.

Bitta seksiyada ikkita aravacha bo'lishini hisobga olib har bir aravachaga tushadigan og'irlik  $P_1 = P/2 = 44,2 t$ . formula bilan topiladi.

Kuzov ramasi, teplovoz kuzovi ning og'irligi aravachaning 4 tayanchlariga teng taqsimlangan holatda ta'sir ko'rsatadi ya'ni  $P' = P/4 = 88,4/4 = 11,05 t$ .

Tayanchlarga tushadigan kuzov og'irlik kuchi

$$P_0 = \frac{P_k}{8} = 112,9 kN \approx 120kN$$

Hisob kitoblarda ushbu kuch vertikal inertsiyon kuchlar hisobiga 120 kN deb olingan.

$$P'' = P + P_{ram.t} + \frac{3 \cdot P_{k.m.b}}{2} = 54,2 t$$

hisob kitoblarda ushbu qiymatni 560 kN deb qabul qilamiz.

Dvigatelning osma qismlarining og'irlik kuchi.

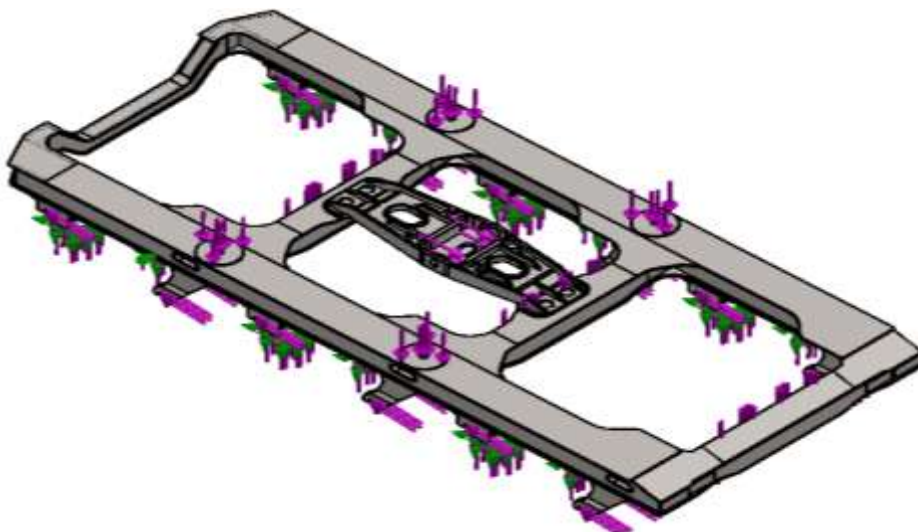
$$P_d = 33,5 kN, \quad \frac{P_d}{4} = 8,38 kN$$

Rama og'irligining teng taqsimlangan ta'sir kuchi.  $G_p = 32,4 kN$

$$q = 2,07 \frac{kN}{m}$$

bu qiymat ham taqriban  $q = 2 kN/m$  deb qabul qilinadi.

Quyidagi rasmda lokomotiv aravachasining ramasiga ta'sir etuvchi kuchlarning sxemasi berilgan. (4-rasm)



4-rasm. UzTE16M teplovoz aravachasining metall konstruksiyali unifikatsiyalangan ramasi.

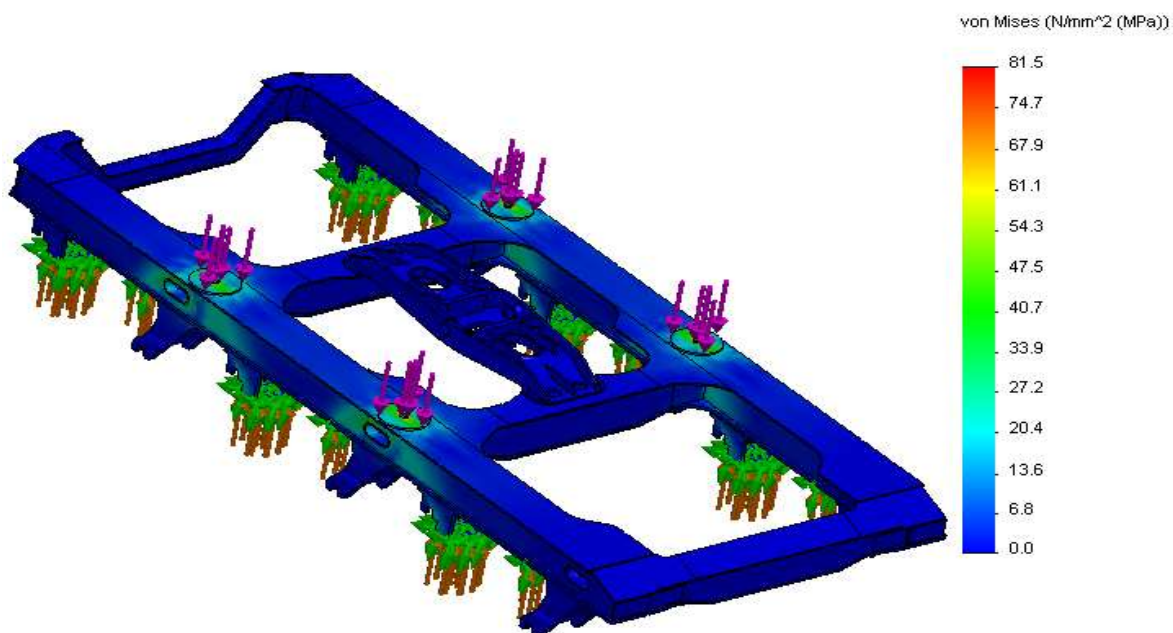
Lokomotiv aravachasining ramasiga ta'sir kuchlarini hisoblash uchun ushbu ramaning hajmlimchekli-elementlar modelidan foydalanamiz.

Aravacha ramasini chekli elementlarga ajratish va unga ta'sir qiluvchi kuchlarning hisobi kompyuterda SolidWorks Simulation dasturida amalga oshirildi. Tadqiqot obyektini cheklangan elementlarga ajratishda hajmli chekli elementlardan foydalanilgan.

Lokomotiv aravachasi ramasi modelining harakati unga ta'sir etuvchi kuchlarni aniq ko'rish uchun quyidagi usulda cheklangan:

- Gorizantal tekislik bo'ylab – Shkvoren qismidan
- Vertikal tekislik bo'ylab – rama tayanchlari qismidan

Ushbu virtual eksperiment natijasida yuzaga keluvchi aravacha ramasi modelining kuchlanish sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan. (5-rasm)



5-rasm. Statik og'irlik ta'sirida aravacha ramasing kuchlanishini hisoblash natijalari.

Ushbu natijalardan ma'lum bo'lganidek statik og'irlik ta'sirida aravachaning hisobiy kuchlanishi normalardan oshib ketmaydi va barcha talablarga javob beradi.

Keyingi bosqichda lokomotiv harakatni boshlashidagi kuchlarning lokomotiv aravachasiga va uning ramasiga bo'lgan ta'sirini ko'rib chiqamiz. Bunda tortuv elektr dvigatellaridan tushadigan o'girlik aravacha ramasidagi maxsus tayanchlarga tushadi. Ushbu virtual eksperiment aravacha ramasidagi shkvoren balkasi orqali uzatiladigan 3 xil 200, 150, 100 kN kuchlar ta'sirida o'tkazildi.

Alohida g'ildirak juftlarini tortish va tormozlashning umumiy kuchlari kronshteynlar orqali uzatiladi.

### **Lokomotiv aravacha ramasing tortuv rejimidagi hisobi.**

Tortuv rejimida aravachaning ramasiga 3 ta TED ning shkvoren balkasi orqali ta'sir qiluvchi tortish kuchi va qolaversa avtoulagichning ham ta'siri bo'ladi.

Tortish kuchining maksimal qiymati esa g'ildirak va rels orasidagi ilashish kuchidan ortib ketmasligi kerak.

$$F_{tort} = \psi \cdot P_{st} = 223,6 \text{ kN}$$

bu yerda  $\psi = 0,33$  ilashish (ishqalanish) koeffitsienti.

$P_{st} = 677,5 \text{ kN}$  lokomotiv bitta seksiyasi og'irligining 50 foizi.

Har bir buksadan uzatiladigan kuch:

$$F_o = \frac{F_{tort}}{12} = 18,6 \text{ kN}$$

Bir vaqtning o'zida dvigatellarning osma qismidagi kronshteynlardan aravacha ramasiga reaksiya kuchlari ham ta'sir qiladi. Tortuv rejimida elektrodvigatellar korpusidan aravacha ramasiga ta'sir qiluvchi bosim kuchini aniqlash.

$$P_{gr} = \frac{P_g \cdot C}{d+c}; \quad P_g = \frac{2 \cdot M \cdot g}{D_{sh}}; \quad M_g = \frac{F_{tort} \cdot D}{2 \cdot m_g \cdot i \cdot \eta_{tish}}$$

bu yerda  $D$  – tishli g'ildirak diametri

$$D = m \cdot z_2 = 10 \cdot 75 = 0,75 \text{ m}$$

$m_g = 3$  – elektrodvigatellarr soni,

$i = 4,41$  o'zgartirish nisbati

$\eta_{tish} = 0,975$  tishli uzatmaning foydali ish koeffitsienti.

$$D_{sh} = m \cdot z_1 = 10 \cdot 17 = 0,17 \text{ m}$$

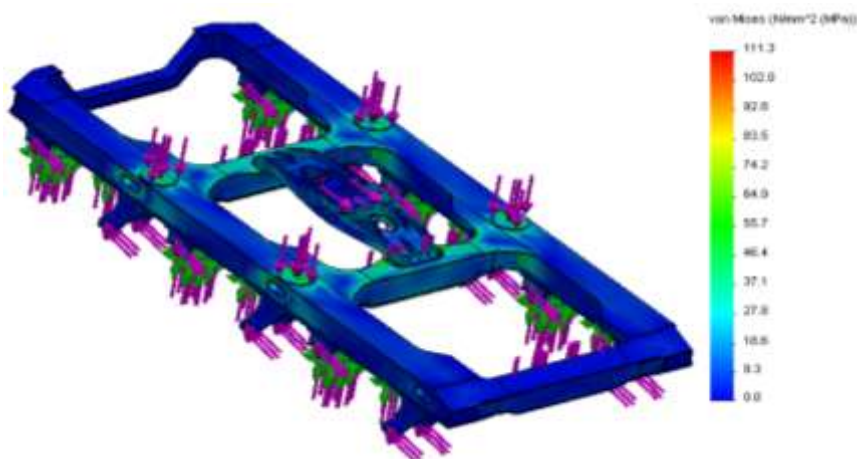
$$C = 468,8 \text{ mm} = 0,469 \text{ m}; \quad d + c = 920 \text{ mm} = 0,92 \text{ m}$$

$F_{tort} = 223,6$  – tortish kuchi

$$P_{gr} = 39,0 \text{ kN}; \quad P_g = 76,5 \text{ kN}; \quad M_g = 6,5 \text{ kNm}$$

Gorizantal kuchlar  $F_o$  ta'sirida  $M_t = F_o \cdot h$  momenti yuzaga keladi va bu moment ramaning yon qismlariga vertikal tekislikda ta'sir qiladi.

Ushbu virtual eksperiment natijalari quyidagi rasmda keltirilgan. (6-rasm)



6-

rasm.

Tortuv rejimidagi lokomotiv aravachasining ramasiga ta'sir qiluvchi kuchlar epyurasi. Lokomotiv egri chiziqli yo'l bo'ylab harakatlanayotganda kuzov va kuzov jihozlaridan ramaga tushadigan yuklanishlar qayta taqsimlanadi. Bunday yo'lda harakatlanishda aravacha ramasiga markazdan qochma kuch va bandajlarning relsda sirpanishi ham ta'sir qiladi Ramaga ta'sir qiluvchi markazdan qochma kuch quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$C_p = \frac{6 \cdot P_{st} - 3 \cdot P'_{np}}{9,81} \cdot \frac{V_g^2}{3,6^2 \cdot R_g} = 52,13 \text{ kN}$$

bu yerda  $P_{st}$  – g'ildirakka tushadigan yuklanish

$P'_{np} = 43,15 \text{ kN}$  bevosita o'qdagi massa.

$V_g^2$  – egri chiziqli yo'lda ruxsat etilgan harakat tezligi

$$V_g^2 = \sqrt{R_g \cdot (0,08 \cdot h + 0,13 \cdot \alpha_h)} = 60,2 \text{ km/soat}$$

#### **Ekspluatatsion rejimda lokomotiv aravachasini hisoblash.**

Lokomotiv ekspluatatsion rejimda harakatlanganida uning statik og'irlik kuchlanishlari, tortuv kuchlanishlari va dinamik yuklanmalar ta'sir qiladi.

Hisob kitolarida lokomotivning harakat tezligini  $V_r = 24,6 \text{ km/soat}$  va tortuv kuchini  $F_{tort} = 25 \text{ t} = 250 \text{ kN}$  deb qabul qilamiz.

bunda har bitta aravachaga tushadigan tortish kuchi quyidagichaa bo'ladi:

$$F_{tort} = \frac{250}{2} = 125 \text{ kN}$$

Lokomotivning qo'zg'alish paytidagi tortish kuchi va 24,6 km/soat tezlikda harakatlanish paytidagi tortish kuchi o'rtasida bog'liqlik koeffitsienti

$$K_t = \frac{125}{223,6} = 0,56$$

Dinamik kuchlardan hosil bo'luvchi yuklanmalar  $\sigma_d = K_d \cdot \sigma_{st}$  formula bilan aniqlanadi, bu yerda  $K_d$  – dinamik koeffitsient bo'lib quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$K_d = 600 \cdot A + \sqrt{A}$$

$$A = \frac{\sqrt{V}}{9,8 \cdot \sigma_t \Delta_{st}}$$

bu yerda  $V$  – harakat tezligi

$\sigma_t$  – siklning o'rtacha kuchlanishi

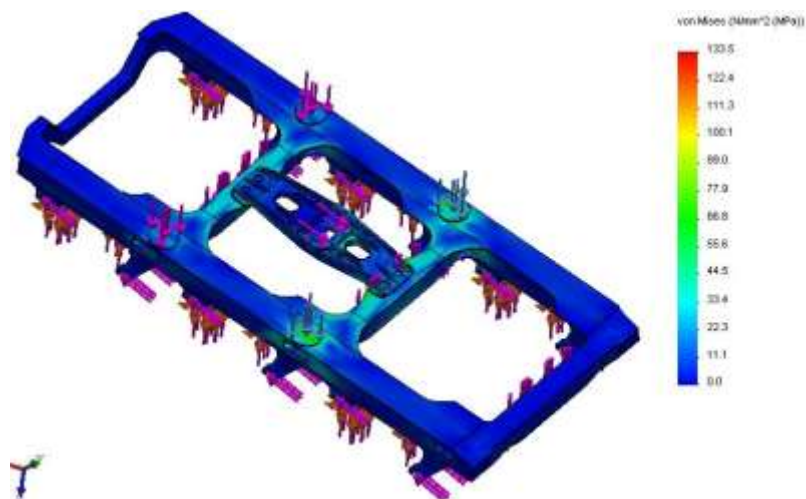
$\Delta_{st}$  – ressorali osmaning statik buralishi

Eng katta kuchlanish joylari yon devorlarning ko'ndalang balkalar bilan tutashish qismi bo'lib ular uchun ruxsat etilgan dinamik koeffitsient  $K_d < 0,3$  bo'lishi kerak.

yuqoridagi formulalar orqali hisob kitoblar amalga oshirilganda  $\sigma_t = 37,8$  Mpa

$V = 24,6$  km/soat,  $\Delta_{st} = 94$  mm,  $A = 1,001$  va  $K_d = 0,27$  ekanligini ko'rishimiz mumkin. Demak biz aravachaning barcha elementlari uchun dinamik koeffitsientni  $K_d = 0,3$  deb qabul qilamiz. Hisob kitoblarda harakat davomida yuzaga keladigan tebranishlar hisobiga aravacha ramasiga tushadigan umumiy yuklamaning 25% qismi oldingi tayanchlarga qolgan 75% qismi esa orqa tayanchlarga ta'sir etadi deb qaraladi. Quyidagi rasmda ham ko'k rangdagi strelkalar bilan orqa tayanchlar ko'rsatilgan.





7-rasm. Lokomotivning ekspluatatsion rejimida aravacha ramasining kuchlanish epyurasi.

Chekli elementlar modeli nafaqat lokomotiv aravachalaari, ularning ramalari va kuzovlarining mustahkamligini hisoblash balki ular ustida tadqiqotlar o'tkazish va modernizatiya qilish uchun kerakli takliflarni ham berishi mumkin. SolidWorks dasturiy ta'minotidan foydalangan holda yaratilgan teplovoz aravachasining chekli elementli modeli ma'lum bir strukturada hisoblangan siljishlar, kuchlanishlar va deformatsiyalar kabi kuchlarni aniqlash va tahlil qilish imkonini beradigan ko'p o'lchovli hisob-kitoblarni amalga oshirishga va strukturadagi eng ko'p yuklamalarni qabul qiluvchi qismlarni aniqlash imkonini ham beradi.

#### Adabiyotlar ro'yxati:

1. Amol B. Sapkal, Saurabh S.Sirsikar Static and fatigue strength analysis of Bogie frame Technology for Bogies”, ZEV-Glas, 1985;69
2. Э.С.Оганьян. Обеспечение безопасной эксплуатации подвижного состава на основе стратегии управления ресурсом на этапах жизненного цикла / Железнодорожный транспорт. 2018. №12. С. 36–40
3. Волохов, Г.М. Остаточный ресурс несущих конструкций тягового подвижного состава железных дорог: монография / Г.М. Волохов, В.П. Тихомиров. – Орел: Орел ГТУ, 2006. – 158 с.
4. Зайниддинов, Н.С. Определение основных факторов, влияющих на ресурс и моделирование рамных конструкций локомотивов Монография / Н.С. Зайниддинов .- Ташкент: "Complex Print", 2023.-144 с.
5. Зайниддинов Н.С., Хамидов О.Р. Моделирование и расчёт на прочность узлов локомотивов Учебное пособие Ташкент: Complex print, 2023. -136с.