

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

TERMIZ DAVLAT MUHANDISLIK VA
AGROTEXNOLOGIYALAR UNIVERSITETI

S.M. TILAKOV
H.E. IBRAGIMOV

YO‘L KONSTRUKSIYALARINING STATIKASI VA
DINAMIKASI

60730500 - Yo‘l muhandisligi (avtomobil yo‘llarini ekspluatatsiya
qilish)

60730500 - Yo‘l muhandisligi (avtomobil yo‘llarini qurish)
ta’lim yo‘nalishlari uchun tayyorlangan
o‘quv qo‘llanma.

«MOHIRBEK-ZIYO»
Toshkent – 2025

UO‘K: 625.741(075.8)

KBK: 39.311-06

S.M. Tilakov, H.E. Ibragimov

Yo‘l konstruksiyalarining statikasi va dinamikasi [Matn]: o‘quv qo‘llanma / S.M. Tilakov, H.E. Ibragimov. - Toshkent: Mohirbek-Ziyo, 2025.- 200 b.

Ushbu o‘quv qo‘llanma – Yo‘l konstruksiyalarining statikasi va dinamikasi fani uchun mo‘ljallangan bo‘lib, zamonaviy xorijiy adabiyotlardan foydalangan holda yo‘l konstruksiyalarining statikasi va dinamikasi, yo‘llardagi sun‘iy inshootlar konstruktiv elementlarini hisoblash, tayanchlar va yuklar tasnifi, siqilishdagi zo‘riqlashlarning ta‘sir chiziqlari, yo‘llardagi sun‘iy inshootlar materiallarining cho‘zilishi va siqilishida statik noaniq sxemalari, temirbeton materiallarga harorat o‘zgarishidan hosil bo‘ladigan kuchlanishlar, yo‘llar va yo‘llardagi sun‘iy inshootlar konstruktiv elementlarining siljishi, siqilishi va egilishi, siqilishdagi kuchlanishlarni aniqlash, yuklarning dinamik tasiri, yo‘llar va yo‘llardagi sun‘iy inshootlar konstruktiv elementlarini yuk ko‘tarish qobiliyati bo‘yicha hisoblash haqida batafsil ma’lumotlar berilgan.

Taqrizchilar:

Sh.B.Axmedov - TDTrU “Avtomobil yo‘llaridagi sun‘iy inshootlar” kafedrası mudiri, PhD, dotsent.

A.A.Abdirashidov – “Transport muhandisligi va logistika” kafedrası PhD, dotsent v.b., (TDMAU)

O‘quv qo‘llanma O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining 2025-yil 7-oktyabrdagi 387-sonli buyrug‘iga asosan asosan nashr etishga ruxsat berilgan.

ISBN 978-9910-8364-7-3

© S.M. Tilakov, H.E. Ibragimov, 2025

© «MOHIRBEK-ZIYO» nashriyoti, 2025

Annotatsiya

Ushbu o'quv qo'llanma – Yo'l konstruksiyalarining statikasi va dinamikasi fani uchun mo'ljallangan bo'lib, zamonaviy xorijiy adabiyotlardan foydalangan holda yo'l konstruksiyalarining statikasi va dinamikasi, yo'llardagi sun'iy inshootlar konstruktiv elementlarini hisoblash, tayanchlar va yuklar tasnifi, siqilishdagi zo'riqishlarning ta'sir chiziqlari, yo'llardagi sun'iy inshootlar materiallarining cho'zilishi va siqilishida statik noaniq sxemalari, temirbeton materiallarga harorat o'zgarishidan hosil bo'ladigan kuchlanishlar, yo'llar va yo'llardagi sun'iy inshootlar konstruktiv elementlarining siljishi, siqilishi va egilishi, siqilishdagi kuchlanishlarni aniqlash, yuklarning dinamik tasiri, yo'llar va yo'llardagi sun'iy inshootlar konstruktiv elementlarini yuk ko'tarish qobilyati bo'yicha hisoblash haqida batafsil ma'lumotlar berilgan.

Аннотация

Эта пособие предназначена для изучения модуля “Дорожно-строительные материалы” курса “Строительство и эксплуатация дорог”. В учебном пособии с использованием современной зарубежной литературы даны подробные сведения о составе, структуре и основных свойствах дорожно-строительных материалов, природных и искусственных каменных материалов, минеральных вяжущих и цементобетонов, строительных смесей, сборного железобетона и железобетона, приготовленного на их ос Данное учебное пособие предназначено для дисциплины “Статика и динамика дорожных конструкций” и содержит подробную информацию, основанную на современной зарубежной литературе, о статике и динамике дорожных конструкций, расчёте конструктивных элементов искусственных дорожных сооружений, классификации опор и нагрузок, линиях влияния напряжений при сжатии, статически неопределимых схемах растяжения и сжатия материалов искусственных дорожных сооружений, напряжениях, возникающих при изменении температуры в железобетонных материалах, смещении, сжатии и изгибе конструктивных элементов дорог и искусственных дорожных сооружений, определении напряжений при сжатии, динамическом

воздействии нагрузок, расчёте несущей способности конструктивных элементов дорог и искусственных дорожных сооружений.

Annotation

This textbook is designed for the course “Statics and Dynamics of Road Structures” and contains detailed information based on contemporary foreign literature about the statics and dynamics of road structures. It covers the calculation of structural elements in artificial road structures, classification of supports and loads, influence lines for compressive stresses, statically indeterminate tension and compression schemes of materials used in artificial road structures, stresses arising from temperature changes in reinforced concrete materials, displacement, compression, and bending of road structural elements and artificial road structures. The textbook also addresses the determination of compressive stresses, dynamic load impacts, and the calculation of load-bearing capacity for road structural elements and artificial road structures.

KIRISH

Avtomobil yo'llari va undagi sun'iy inshootlarning mustahkamligini, loyihadagi ekspluatatsiya davrini hamda transport ekspluatatsion ko'rsatkichlarini ta'minlashda boshqa parametrlar kabi, inshootning statik va dinamik deformatsiyasini o'rganish muhim ahamiyat kasb etadi.

Respublikamizda avtomobil yo'llari va undagi sun'iy inshootlarning xizmat muddatini oshirish va ekspluatatsion ko'rsatkichlarini yaxshilash, belgilanayotgan ta'mirlash ishlarining samaradorligini oshirishga yordam beradigan yangi texnologiyalarni ishlab chiqish va ularni amalda qo'llash bo'yicha keng ko'lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 10.10.2023 yildagi PQ-330 son "Yo'l xo'jaligi sohasini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida" gi qarorida hamda 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida, jumladan "Yo'l infratuzilmasini takomillashtirish va avtomobil yo'llari tarmog'ini jadal rivojlantirish" bo'yicha vazifalar belgilangan. Ushbu vazifalarni bajarishda yo'l konstruksiyalarining statikasi va dinamikasi o'rganish alohida ahamiyat kasb etadi.

"Yo'l konstruksiyalarining statikasi va dinamikasi" fani yo'l qurilishi va ularning xavfsizligi, barqarorligi hamda ishlash samaradorligini ta'minlash uchun muhim ahamiyatga ega. Ushbu fan yo'l va sun'iy inshootlarning strukturaviy elementlarini tahlil qilish, yuklarni hisoblash va ularning ta'sirini baholashga qaratilgan.

Fan yo'l konstruksiyalarining mexanik xususiyatlarini o'rganish orqali ularning yuk ko'tarish qobiliyatini, barqarorligini va uzoq muddatli ishlashini ta'minlashni maqsad qiladi. Statika va dinamika tushunchalari yordamida harakat va yuklar ta'sirida inshootlarning qanday o'zgarishini aniqlash mumkin.

Statika - bu kuchlar va momentlarni o'rganadigan soha bo'lib, inshootlarning tinch holatdagi yuklarga qanday javob berishini baholaydi. Statik hisoblashlar yordamida yo'l qoplamasi, ko'priklar va boshqa inshootlar ustida ta'sir etuvchi kuchlar aniqlanadi. Bu, o'z navbatida, inshootlarning xavfsizligini ta'minlaydi.

Dinamika - bu harakat va vaqt o'zgarishlarini o'rganadigan soha. Yo'l konstruksiyalarida dinamik hisoblashlar yuk mashinalari, avtobuslar va boshqa transport vositalarining harakatidagi ta'sirini ko'rsatadi. Dinamik yuklar, masalan, harakat tezligi va to'qnashuvlar kabi omillarni hisobga oladi.

“Yo'l konstruksiyalarining statikasi va dinamikasi” fani asosida yo'l konstruksiyalarini loyihalashda va qurishda muhandislar zamonaviy texnologiyalar va usullarni qo'llash orqali xavfsiz, samarali va uzoq muddatli inshootlarni yaratadilar. Statika va dinamika tushunchalari yordamida, muhandislar yo'l qurilishi jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo'lgan muammolarni oldindan ko'ra oladilar.

“Yo'l konstruksiyalarining statikasi va dinamikasi” fani yo'l va sun'iy inshootlarning ishonchliligini ta'minlashda, shuningdek, transport tizimlarining samaradorligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Ushbu fan orqali olingan bilimlar muhandislarga yanada ilg'or va barqaror yo'l inshootlarini yaratishga yordam beradi.

Transport vositalari orqali, ya'ni temir yo'li, havo yo'li, suv yo'li, quvur va avtomobil yo'llari orqali har xil hajmdagi xalq xo'jalik yuklari turli xil masofalarga tashiladi, ulardan temir yo'l ko'p hajmda va uzoq masofalarga tashishni o'z zimmasiga olgan. Bugungi kunda respublika bo'yicha transportda tashilayotgan yuklarning 80% ga yaqini avtomobil transporti zimmasiga to'g'ri keladi. Avtomobil transportining qulaylik tomoni uning eshikdan-eshikkacha xizmat ko'rsatishidir. Avtomobil transporti asosan 300-400 km masofada, boshqa transport vositalariga nisbatan arzon narxda, yuk va yo'lovchilarni tashiydi.

Avtomobil yo'llari orqali tashiladigan yuklarning tannarxi kam yoki ko'p bo'lishi yo'llarning holatiga va sharoitiga bog'liq. Yomon yo'llarda ko'p yoqilg'i sarf qilinadi va avtomobil tezligi kamayadi. Yo'l tarmoqlarining ortishi va transportning rivojlanishi asosiy iqtisodiy omillardan sanalgan.

1-BOB. YO‘LLAR VA YO‘LLARDAGI SUN’IY INSHOOTLAR KONSTRUKTIV ELEMENTLARINI HISOBLASH SXEMALARI.

1.1. Yo‘llar va yo‘llardagi sun’iy inshootlar konstruktiv elementlari

Avtomobil yo‘llari va yo‘llardagi sun’iy inshootlar transport infratuzilmasining asosiy elementlarini tashkil qiladi. Ushbu inshootlarning konstruktiv elementlarini hisoblash sxemalari yo‘llarning mustahkamligi, xavfsizligi va uzoq muddatli xizmat qilishini ta‘minlashda muhim ahamiyatga ega.

Asos qatlamlari. Yo‘lning asosiy yukni qabul qiluvchi qismi bo‘lib, yukning pastki qatlamlarga bir tekis taqsimlanishini ta‘minlaydi. Qumloq, shag‘al yoki sement bilan mustahkamlangan materiallardan tashkil topadi.

Qatnov qismi. Transport vositalari harakatlanadigan sirt qismi. Asfalt, beton yoki boshqa qoplama materiallardan yasaladi.

Yotqiziqlar va drenaj tizimi. Suvni samarali chiqarish va yo‘l qatlamlarining buzilishini oldini olish uchun mo‘ljallangan.

Yashil zonalar va yo‘l yoqasidagi elementlar. Atrof-muhitni muhofaza qilish va estetika uchun ishlatiladi.

Sun’iy inshootlarning konstruktiv elementlari

Ko‘priklar. Suv oqimlari, yo‘llar yoki boshqa to‘siqlar ustidan transport harakatini ta‘minlovchi inshootlar. Elementlari: tirgaklar, qoplama plitalari, payvandlash qismlari.

Tonnellar. Tog‘lar yoki boshqa tabiiy to‘siqlar ostidan o‘tadigan transport inshootlari. Mustahkamlik va xavfsizlikni ta‘minlash uchun maxsus materiallar bilan qoplanadi.

Yo‘l o‘tkazgichlar va estakadalar. Harakatni tartibga solish va kesishmalarni xavfsiz qilish uchun quriladi.

Drenaj tizimlari. Suvni samarali olib chiqish uchun quvurlar va yivlardan tashkil topadi.

Hisoblash sxemalarining ahamiyati. Hisoblash sxemalari yo'llar va inshootlarning mustahkamligini baholash, yuk ko'tarish qobiliyatini aniqlash hamda iqtisodiy samaradorlikni oshirishga yordam beradi. Ushbu sxemalar quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

Yuk ta'siri. Transport vositalarining og'irligi va harakatlanish dinamikasi hisobga olinadi.

Materiallarning xususiyatlari. Beton, po'lat va boshqa qurilish materiallarining elastiklik, mustahkamlik va chidamlilik ko'rsatkichlari o'rganiladi.

Geometrik parametrlar. Yo'lning kengligi, uzunligi, balandligi kabi o'lchovlari aniqlanadi.

Drenaj tizimi va muhandislik yechimlari. Suvni chiqarish va eroziyani oldini olish bo'yicha choralar ko'riladi.

Yo'llar va sun'iy inshootlarning konstruktiv elementlarini hisoblash sxemalari transport infratuzilmasining samarali ishlashini ta'minlaydi. To'g'ri loyihalangan va hisoblangan inshootlar transport harakati xavfsizligini oshiradi, iqtisodiy samaradorlikni ta'minlaydi hamda ekologik muvozanatni saqlashga yordam beradi.

Yo'l konstruksiyalarining statikasi va dinamikasi fanining rivojlanishi jarayonida mikro darajadan makro darajagacha bo'lgan qattiq jismlarning o'zaro ta'siri asosida tabiiy fanlarning qonunlari shakllandi. Mexanikaning rivojlanishi jamiyatning taraqqiyoti, uning o'z oldiga qo'ygan vazifalari bilan bog'liq va u yo'nalishlarga bo'linishi bilan kechadi. Shunday qilib, binolar va inshootlarni, shu jumladan transport maqsadlarida, maqsadga muvofiq qurish ehtiyoji mexanikaning yangi tarmoqlarini yaratishga olib keldi: qurilish mexanikasi, materiallarning qarshiligi, tuproq mexanikasi, zarrali muhit mexanikasi, qattiq jism mexanikasi va hokazo. Biroq, barcha mexanikalar asosida o'zgarishsiz yillar davomida qoladigan fundamental tamoyillar (qonunlar) yotadi. Ularga muvozanat qonunlari, harakat miqdorini saqlash qonuni, energiyani saqlash va o'zgartirish qonuni, Nyuton kuchi, R. Guk qonunlari kiradi. Bu qonunlarda materiallar va konstruksiyalarning xulq-atvorini tasvirlaydigan parametrlar doimo mavjud: siqilish va cho'zilishdagi tezkor

va uzoq muddatli elastiklik moduli, siljish va umumiy deformatsiyalar moduli, Puasson koeffitsienti, charchashning logarifmik qonuni va boshqalar.

Mana bu kitob uchinchi ming yillikda Rossiyada yo‘l va aerodrom yo‘llari konstruksiyalarining mustahkamligini ta’minlash zaruratidan kelib chiqdi, ularni hisoblash va amaliy qurilish uchun zarur parametrlarni belgilash imkonini beradi. Ta’kidlash joizki, yo‘l konstruksiyalari mexanikasi bo‘yicha ishlarni boshqargan va rivojlantirgan olimlar N.N. Ivanov, B.S. Radovskiy, M.B. Korsunskiy, A.M. Kriviskiy, V.D. Kazarnovskiy, Yu.M. Yakovlev, S.K. Illiopolov va boshqalar bo‘lishgan. Kitobda xorijiy olimlarning ham ishlaridan foydalanilgan – Sing va KOU (AQSh), Uestargard va boshqalar, ular mualliflar fikricha, kitobning mantiqiy tuzilishiga mos kelgan joylarda qo‘llanilgan.

Yo‘llar va yo‘llardagi sun‘iy inshootlar konstruktiv elementlarini hisoblash sxemalari asosan quyidagi asosiy elementlarni o‘z ichiga oladi:

An’anaga ko‘ra, yo‘l va aerodrom qoplamalarining har bir qatlamining mustahkamligi chuqurlik bilan birga kamayadi, bu kuchlanish deformatsiyalangan holatning o‘zgarishiga muvofiqdir. Ayrim qatlamlar monolit va donador materiallar bilan ifodalanishi mumkin. Qatlamlar bo‘yicha mustahkamlikning bunday o‘zgarishi hali XIX asrda Maks Adam tomonidan ingliz saroylaridagi arava yo‘laklarini qurishda joriy qilingan. Bunda qoplamaning pastki qatlamidagi yirik shag‘al tepasiga maydaroq material bilan qotirilgan bo‘lib, biroz qulf yaratadi. Bu g‘oya butun dunyoda “oq shosse” qurilish texnologiyasida o‘z aksini topgan va konstruksiya muallifning noto‘g‘ri talaffuz qilingan nomi bilan “macadam” deb atalgan. Shu sababli bugungi kunda qoplamaning zaruriy qalinligini aniqlash transport vositalari tomonidan ko‘p marta ta’sir etuvchi vertikal va gorizontal yuklamalar ostida qattiq, qatlamli va donador muhitlarning kuchlanish-deformatsiyalangan holat qonuniyatlarini bilmasdan imkonsizdir. XXI asrda transport yuklamalari 50– 60 tonna og‘irlikdagi va soatiga 120 km tezlikda harakatlanuvchi avtopoezdlar, shuningdek, og‘irliklari 200–300 tonnaga yetadigan va qo‘nish tezligi soatiga 260 km bo‘lgan katta samolyotlarni o‘z ichiga oladi.

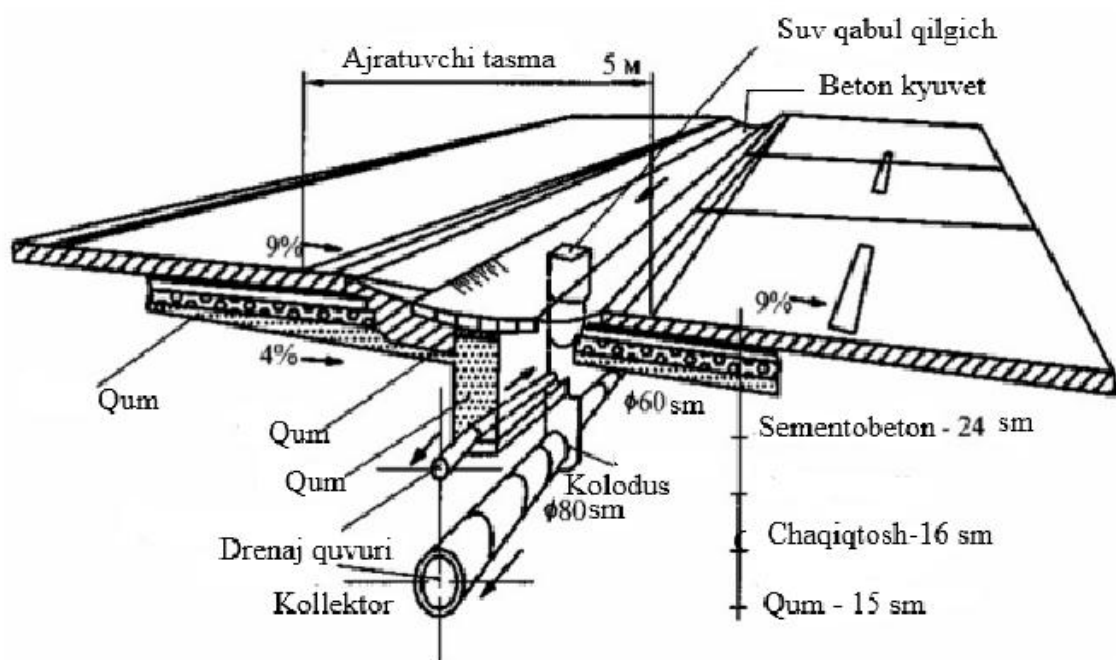
Bundan tashqari, qatlamli yo‘l qoplamalarining kuchlanish deformatsiyalangan holati o‘zgaruvchan haroratlarning ta’siri ostida yomonlashadi va murakkablashadi, chunki qatlamlar namlik miqdorining o‘zgarishi natijasida kengayishi yoki qisqarishi tufayli ko‘payadi yoki quriydi.

Bu omil yo‘l va aerodromlarning tuproq asoslarining ishini sezilarli darajada o‘zgartiradi. Yo‘l va aerodrom qoplamalarini hisoblashda qattiq jismlar mustahkamligi nazariyalari, qatlamli muhitlar va plitalar kuchlanish deformatsiyalangan holat nazariyalari, yo‘l va aerodromlarning tuproq asoslari modellari, materiallarning chidamlilik nazariyalarini “sof” shaklda qo‘llash qiyin bo‘lib, ularni muhandislik amaliyotiga qo‘llash va talqin qilish talab etiladi. Bundan tashqari, mexanikaga an’anaviy fanlar bo‘limlarida ko‘rib chiqilmagan masalalar ham kiradi. Masalan, harakatlanuvchi avtomobil va samolyot yuklamalarining haqiqiy xususiyatlarini hisobga olish uchun qoplamalar notekisliklarining real spektrlari va bir iz bo‘ylab o‘tish ehtimoli, avtomobil va samolyot tebranishlari nazariyasi, yukning qoplamaga urilishi ehtimoli va kuchlanishlar va deformatsiyalar tarqalishining to‘lqin nazariyasi ehtimoliy-statistik ko‘rib chiqishni talab qiladi. 7-bob texnika fanlari nomzodi A.S. Aleksandrov tomonidan tayyorlangan. Mualliflar kitobni o‘rganish muhandislarning ta’limini chuqurlashtirishga va yetarli darajada mustahkam yo‘l va aerodromlar qurilishiga olib kelishiga, doktorantlar, magistrlar va mexanikani sevuvchi kishilar uchun uning yanada rivojlanishiga turtki bo‘lishiga ishonadilar.

1.2. Yo‘l konstruksiyalarining turlari va xususiyatlari

Avtomobil yo‘llarining qatnov qismi yo‘l konstruksiyalari avtomobilsozlik rivojlanishi bilan murakkab qurilish konstruksiyalariga aylandi. Ungacha deyarli 10 ming yil davomida yog‘och, metall halqali va rezinali aravalari, jang aravalari, aravacha va kareta g‘ildiraklari qatnov qismidan yuqori mustahkamlik va silliqlik talab qilmagan. Shuning uchun qadimiy yo‘l quruvchilar XIX asr oxirigacha qatnov qismini yog‘och, tosh yo‘lak, ko‘priklar, tosh plitalar va shag‘aldan (“oq shosse”) qurganlar. Pnevmo g‘ildirakning kashf etilishi, avtomobilsozlikning rivojlanishi,

avtomobillar og'irligi va harakat tezligining ortishi bilan oddiy yo'l qoplamalari o'rniga yuqori mustahkamlik va sillqlik talablari qo'yilgan asfaltbeton va sementbeton qoplamalar paydo bo'ldi. Yo'lning qatnov qismini takomillashtirish XX asrda ham davom etdi va bugungi kunda avtomagistralning qatnov qismi konstruksiyasi zamonaviy avtomobillarning g'ildirak yuklarini qabul qiladigan, ularga xavfsiz yopishish ta'minlaydigan va yomg'ir va erigan suvlarni yo'l tashqarisiga to'sqinliksiz chiqarib yuboradigan murakkab inshootdir (1.1-rasm).



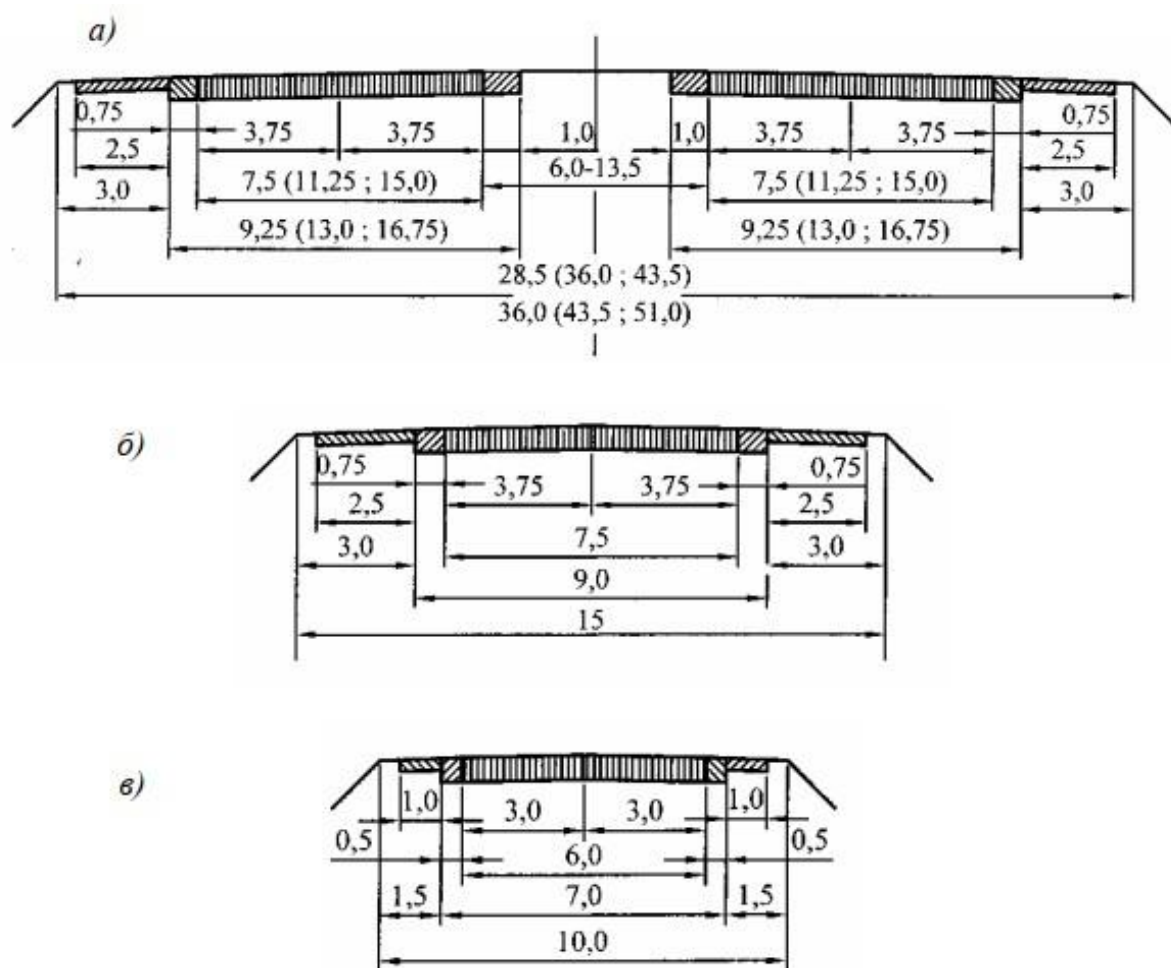
1.1-rasm. Avtomagistral yo'l konstruksiyasi.

Yo'l konstruksiyalari - bu yo'lning tarkibiy qismlarini tashkil etuvchi o'ziga xos qurilish konstruksiyalari turidir. Ushbu turda **asosiy yo'l konstruksiyalari** (AYK) va **yordamchi yo'l konstruksiyalari** (YYK) ajratiladi.

Asosiy yo'l konstruksiyalari yo'lning asosiy funksiyasini bajaradi - transport vositalarining kerakli tezliklarda harakatlanishini ta'minlaydi. Yordamchi yo'l konstruksiyalari esa quyidagilarga xizmat qiladi: yo'l ostidan suvni o'tkazish (quvurlar) yoki suvni chetga chiqarish (lotoklar, suv yo'llari), qatnov qismini o'rab turib, harakat xavfsizligini ta'minlash, ko'tarilgan qirralarni eroziyadan himoya qilish, yo'l ostidan yoki ustidan odamlar va hayvonlar o'tishini ta'minlash, transport harakatini tartibga solish va boshqarish va hokazo.

Asosiy yo‘l konstruksiyasi (AYK)- tabiiy asos tuprog‘i (TAT), yer to‘shamasi tuprog‘i (YTT) va yo‘l qoplamasidan (YQ) iborat. So‘nggisi qoplama, asos, poydevor qatlamlari va tuproq asosidan (TA) iborat bo‘lgan yo‘l konstruksiyasi (YK) elementlaridan tashkil topgan. Murakkab tabiiy sharoitlar yer to‘shamasi tuprog‘ida murakkab suv-issiq jarayonlarni shakllantiradi, bu jarayonlar uning mustahkamligi va deformatsiyaga chidamliligiga ta'sir qiladi. Shu sababli XX asrning o‘rtalarida shakllangan oddiy yo‘l qurilishi sharoitlari uchun yetarli bo‘lgan **“yo‘l qoplamasi”** tushunchasi o‘rniga **“asosiy yo‘l konstruksiyasi”** tushunchasi kiritildi. Bunday holda, AYK va uning elementlari qurilish konstruksiyalari (ko‘taruvchi va ajratuvchi) sifatida tasniflanadi, yordamchi yo‘l konstruksiyalariga esa asosan ajratuvchi vazifasi yuklanadi. Ular, shuningdek, materiallar, yig‘ish darajasi va qurilish bosqichlari bo‘yicha tasniflanish xususiyatlariga ega (1.2-rasm). Murakkab va asosan boshqarib bo‘lmaydigan tabiiy sharoitlar ta'sirida yo‘l konstruksiyalari to‘liq yoki qisman ishlash qobiliyatini yo‘qotishi mumkin.

Shubhasiz, ko‘p funktsiyali yo‘l konstruksiyasi faqat ustuvor texnologiyalar qo‘llanilgan holda va muayyan ketma-ketlikda qurilishi mumkin. Masalan (1.1-rasmga qarang), avtomobil yo‘lining sementbeton qoplamasi suv qochirish tizimidan oldin qurilishi mumkin emas. Asosiy yo‘l konstruksiyasi – bir nechta harakatlanish yo‘laklaridan iborat bo‘lgan avtomobil yo‘li (yo‘l qoplamasi deb ham ataladi), o‘zining geometrik o‘lchamlari (eni, qalinligi) bilan uni qurish jarayonining davomiyligi va mehnat sarflanishini belgilaydi. 1.3-rasmda (a, b, v) bir tomonlama harakatlanish uchun 4–8 ta yo‘lakka ega I texnik toifadagi ko‘p qatorli avtomobil yo‘li hamda II, III va IV toifalardagi 2 qatorli yo‘llar ko‘rsatilgan.



1.2.-Rasm. Yo‘l qatnov qismlarining o‘lchamlari (m): a – I toifali avtomobil yo‘llari, qavs ichida kengligi 3 va 4-qatorli qatnov qismlarining bir yo‘nalishda kengligi ko‘rsatilgan; b – II va III toifali avtomobil yo‘llari; v – IV va V toifali avtomobil yo‘llari.

Bir qatlamli asfaltbeton qoplamani 3,75 m kenglikdagi asfalt yotkizgich yordamida qurishda avtomagistralda 4 tadan 8 tagacha va II, III va IV toifali yo‘llarida 2 tadan bo‘ylama o‘tishlar amalga oshirilishi kerak. Keng qamrovli asfalt yotkizgich texnologik jarayon mehnat sarfini sezilarli darajada kamaytiradi va qurilish tezligini oshiradi.

Shunday qilib, yo‘l konstruksiyasining xususiyatlari – kengligi, qatlamlar soni va qalinligi – **texnologik jarayonlar ketma-ketligini va davomiyligini belgilaydi.**

1.2-rasmda ko‘rsatilganidek, qattiq sementobeton va asfaltbeton qoplamali yo‘l konstruksiyalari keltirilgan. Ularning qalinligi Sibir davlat avtomobil va yo‘l akademiyasi (SibADI, professor A.V. Smirnov) metodiga ko‘ra hisoblab chiqilgan,

ularni avval plastiklik darajasiga qarab ikki turga ajratishgan: qattiq va qattiq bo'lmagan. Bu qattqlik xususiyatlari keyinroq ko'rib chiqiladi, ammo bu yerda qoplamalarning bu turlari ularni o'rnatish texnologiyasiga ta'sirini qayd etish kerak. Monolit tsement-beton qoplamalar "quyma" yoki "qattiq" sementobeton aralashmalaridan suv-sement nisbati 0,20 - 0,45 bo'lgan holda quriladi, ularning texnologiyasini "nam" deb atash maqsadga muvofiqdir. Asfaltbeton qoplama yotqizish uchun qorishma 110-130 °C haroratda zichlanadi, bu texnologiyani "issiq" deb atash mumkin. Yuqori mustahkamlik va uzoq muddatli xizmat muddati bilan bir qatorda, monolit qoplamalar va asoslarni qurish uchun "nam" texnologiyalar iliq qurilish mavsumi (havoning harorati $> 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) bilan chegaralangan va qatlamlar 28 kun mobaynida saqlanishini talab qiladi. "Issiq" texnologiyalar esa saqlashni talab qilmaydi, ammo ular ham qurilish davri bilan cheklangan (havoning harorati $> 0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Qoplamalarni qurish texnologiyalariga ob-havo va iqlim sharoitlarining ta'sirini kamaytirish maqsadida ular zavodlarda yig'ma plitalar ko'rinishida ishlab chiqarilib, yo'llarda hatto manfiy haroratlarda ham yig'iladi. Shu bilan birga, yig'ma plitalarning ko'plab turlari yaratilgan, ular zaif tuproqlarda va qish mavsumida yo'llar qurishga yaroqli. 1.4-rasmda faqatgina bir necha yo'l konstruksiyalari keltirilgan. Aslida yo'l qurilishi amaliyotida ko'proq variantlar qo'llaniladi, bu yo'l-qurilish tashkilotlari (yoki kompaniyalari) tomonidan turli xil texnologiyalar va materiallarni o'zlashtirganlik darajasiga bog'liq. Asfaltbeton yoki sementobeton qoplamali va mustahkam monolit yoki diskret asosli teng kuchli yo'l konstruksiyalarining variantlari soni 80 taga yetishi mumkin. Biroq ularning barchasi har xil fasllarda qurilish uchun mos emas. Masalan, qumli taglik qatlami va 3, 5, 6, 8, 9 va 11 raqamli konstruksiyalarning shag'alli asosi qish davrida qurilishi mumkin, bu esa qurilish jarayonining izchilligini ta'minlaydi.

Yo'l konstruksiyalarining konstruktiv, funksional va texnologik xususiyatlari xilma-xilligi sharoitida ularni qat'iylik darajasi bo'yicha tasniflash maqsadga muvofiqdir, bu yo'l konstruksiyasining qoplama plitalarining moslashuvchanligini ko'rsatadi.

So‘nggi yillarda yo‘l konstruksiyalarini konstruktiv jihatdan yaxshilash kuzatildi. 1.3-rasmda monolit qoplamadan iborat yo‘l konstruksiyasi keltirilgan bo‘lib, u yashirin elementiga ega bo‘lib, transport vositalarining g‘ildiraklari o‘tadigan joylarda asosni mustahkamlaydi.

Avtomobil yo'li toifasi	I/12-25	II/6,5-21	II, IV/2,6-6,5
Bir polosada 100 kN kuchlanishli avtomobillar, av/kun	500	250	70
Avtomobilning 2 ta yo'nalishdagi intensivligi 100 kN, av/sut	2000/28000	500/3000	140/2000
100 kN kuchlanish, B40 sinfli sement-beton. 75 markali sement bilan mustah. chaqiq.			
O'qqa tushadigan kuchlanish 100 kN Atipli zich afaltbeton qoplam Atipli g'ovak asfaltbeton Qorishma tarkibidagi BND 60/90 markali bitum			

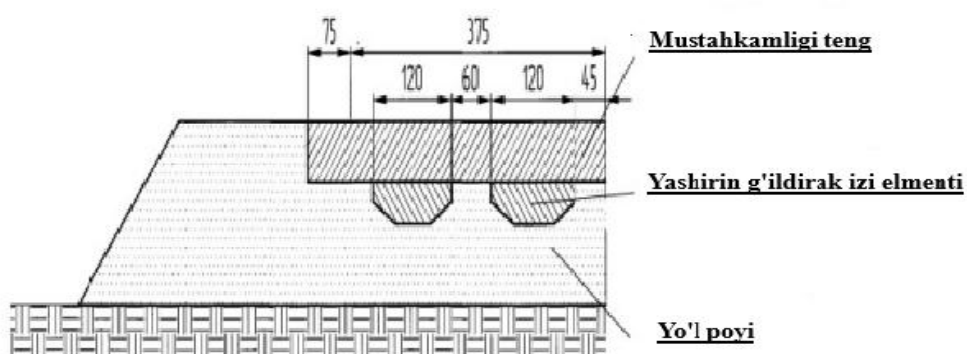
1.3-rasm. I, II, III va IV toifali yo‘llar uchun sementobeton va asfaltbeton qoplamali yo‘l konstruksiyalari: 67 – yo‘l konstruksiyasining qalinligi (sm);

$E_0 = 41 \text{ MPa}$ – o‘rtacha namlik $W_{ot} = 0,7$ bo‘lganda og‘ir qumoqning elastiklik moduli;

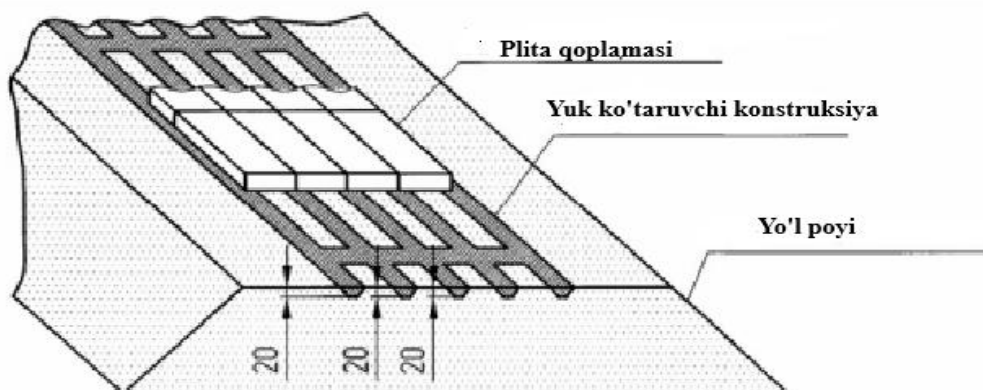
1.3. Yo‘l konstruktiv qatlamlariga tushayotgan yuklanishlar

Sh – I markadagi fraksion shag‘al; Sh I–IV – I–IV markadagi oddiy shag‘al; P – qum; S+S – og‘ir tuproq, qumoq, I sinf (mustahkamlik markasi) sement bilan mustahkamlangan. Umumiy avtomobillar soniga o‘qqa yuklama 100 kN bo‘lgan avtomobillar 20–50 % kiradi, 2–5 tonna yuk ko‘taruvchan avtomobillar 20–25 %, yengil avtomobillar 20–55 %. 50 kN yuklamadagi nazorat dinamik egilmalari 1, 2 va 3-konstruksiyalar uchun mos ravishda 0,14; 0,2 va 0,37 mm, 3, 4, 5-

konstruktsiyalar uchun 0,32 mm; 6, 7, 8 uchun 0,57 mm; 9, 10, 11 uchun esa 0,87 mm. Bunday konstruksiyada sementobeton plita ostida bo'shliq hosil bo'lmaydi, asfaltbeton qoplamada esa iz paydo bo'lmaydi. Bunday konstruksiyalar yuqori aniqlikdagi qurilish texnologiyalarini talab qiladi. Tayyor yo'l konstruksiyalarini takomillashtirish qoplama plitalari perimetri bo'ylab tuproq asosini yuk ko'taruvchi elementlar bilan mustahkamlash orqali amalga oshiriladi (1.5-rasm), bu esa avtomobil yukidan plitaning chetlaridagi vertikal egilishning sezilarli darajada kamayishiga olib keladi



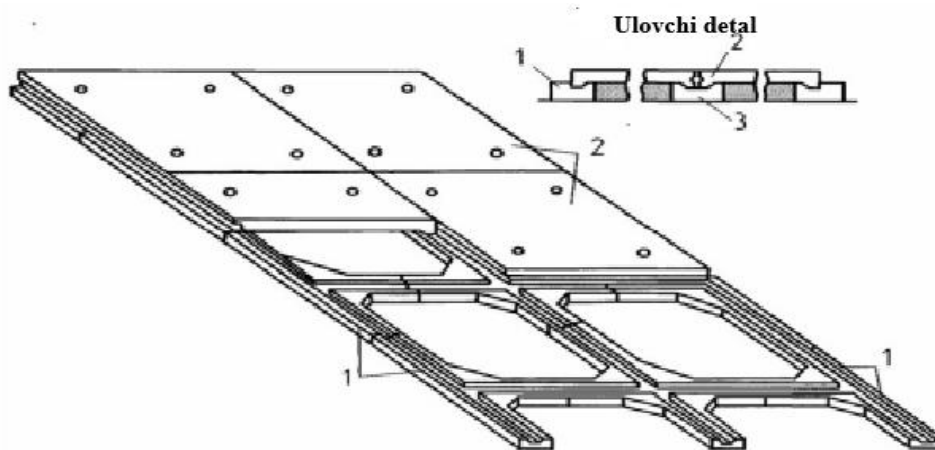
1.4-rasm. II toifadagi yo'llar uchun izziz yo'l qoplamasi



1.5-rasm Yuk ko'taruvchi elementlar bilan mustahkamlangan tuproq asosidagi yig'ma qoplama.

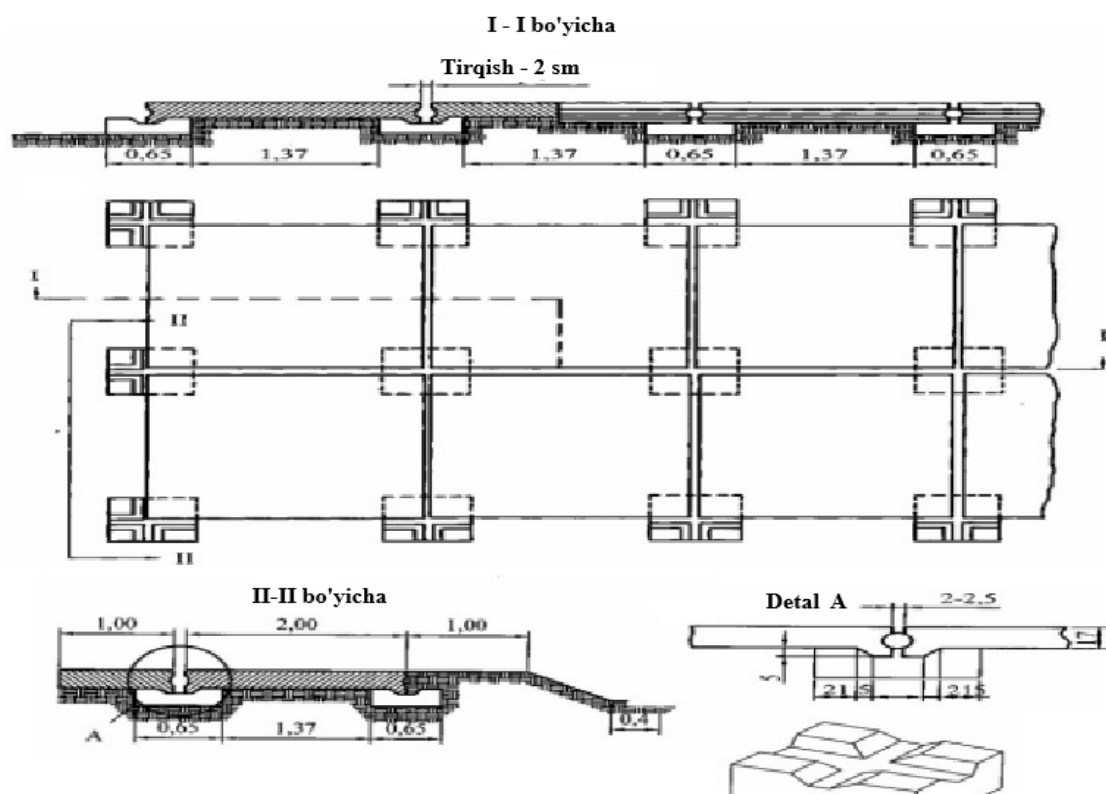
1.4-rasmda A.V. Yakovlev tomonidan taklif qilingan, kvadrat va to'rtburchak plitalardan tashkil topgan, temir-beton elementlar – traverslar va krestavina

asosidagi qoplama konstruksiyasi ko‘rsatilgan. Qoplamani qurishda dastlab travers va krestavina larni tuproq asosiga teng qilib yotqizish uchun sayoz ariqchalar qaziladi. Krestavina va traverslarni to‘g‘ridan-to‘g‘ri tuproq asosining tekislangan yuzasiga yotqizish ham mumkin, va krestavina va traverslar orasidagi bo‘shliqni ular bilan bir xil darajada qum yoki shag‘al bilan to‘ldiriladi. Plitalar krestavina va traverslarga yotqiziladi. Bunday qoplama konstruksiyasi plitaning eng yuklangan qismlari – chetlar va burchaklar uchun mustahkam asosni ta‘minlaydi. Ammo, bunday konstruksiya plitaning markaziy qismi bilan asosning zich kontaktini ta‘minlay olmaydi, bu esa plitaning markazini zarur mustahkamlik bilan ta‘minlash uchun materiallarning ortiqcha sarflanishiga olib keladi.

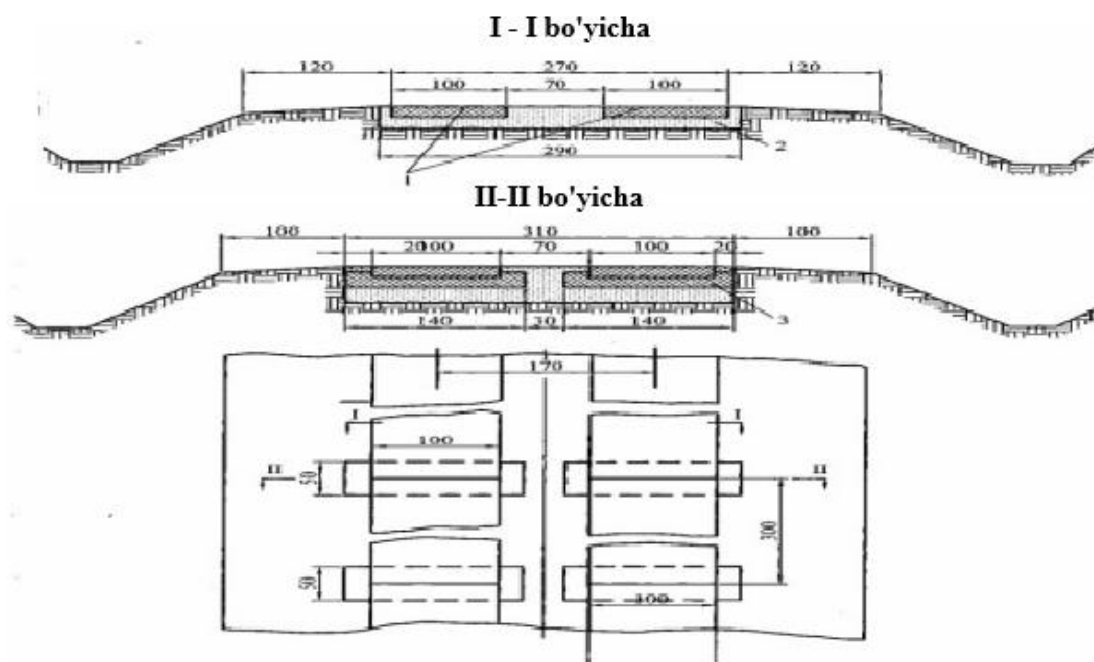


1.6-rasm. A.V. Yakovlev tizimidagi plitalardan yasalgan yig‘ma qoplamaning konstruksiyasi, juda og‘ir yuk ostida yon to‘shmalar va krestovinalar bilan (har bir o‘qqa 30 t) vaqtinchalik yo‘llar uchun: 1 - yo‘l poyi; 2 - plita; 3 - krestovina;

1.6 - rasmda A.V. Yakovlev qoplama konstruksiyasi keltirilgan bo‘lib, u avvalgi konstruksiyaning rivoji hisoblanadi. Unda asos karkasi sifatida travers va krus to‘sinlar o‘rniga plitalar burchaklariga yotqiziladigan beton qulflangan yostiqchalar qo‘llanilgan. Bunday konstruksiyada qoplama uchun material sarfi yuqorida tasvirlangan holatga nisbatan kamayadi, biroq plitalarning asos bilan kontakti nafaqat markaziy qismda, balki plita chetlarida ham sezilarli darajada yomonlashadi.

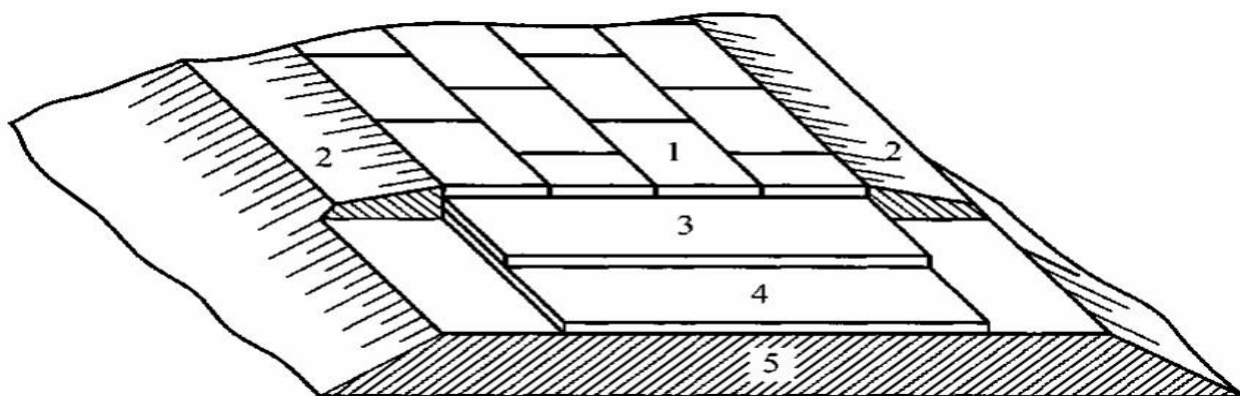


1.7.-rasm. A.V. Yakovlev plitalaridan beton qulflangan yostiqlar bilan yig'ma qoplama konstruksiyasi



1.8- rasm. Plitalar o'rtasidagi bo'g'inlarda temirbeton yostiqlar bilan izli qoplama: 1 – temirbeton izli plitalar; 2 – qum yostiqlar; 3 – plitalar ostidagi temir-beton yostiqlar

1.8-rasmda temir-beton plitalardan iborat, plitalar bo‘g‘inlarida yostiqchalar qo‘yilgan izli qoplama tasvirlangan. U bir xil turdagi transport vositalari bir yo‘nalishda va kam harakatlanish intensivligi bilan harakatlanayotganda qo‘llaniladi. Yig‘ma qoplamalarning eng keng tarqalgan konstruksiyasi – plitani to‘g‘ridan-to‘g‘ri asos yoki tuproq qatlamiga yotqizishdir. Ko‘p qatlamli asos bilan qoplama konstruksiyasi 1.9-rasmda keltirilgan.



1.9- rasm. Ko‘p qatlamli asosli yig‘ma qoplama konstruksiyasi:

1 – yig‘ma plitalar; 2 – yo‘l cheti; 3 – quruq tsement-qum aralashmasi; 4 – bitum yoki sement bilan mustahkamlangan tuproq; 5 – tuproq qatlami

Yo‘lning qatnov qismi plitasining egiluvchanlik ko‘rsatkichi quyidagicha aniqlanadi

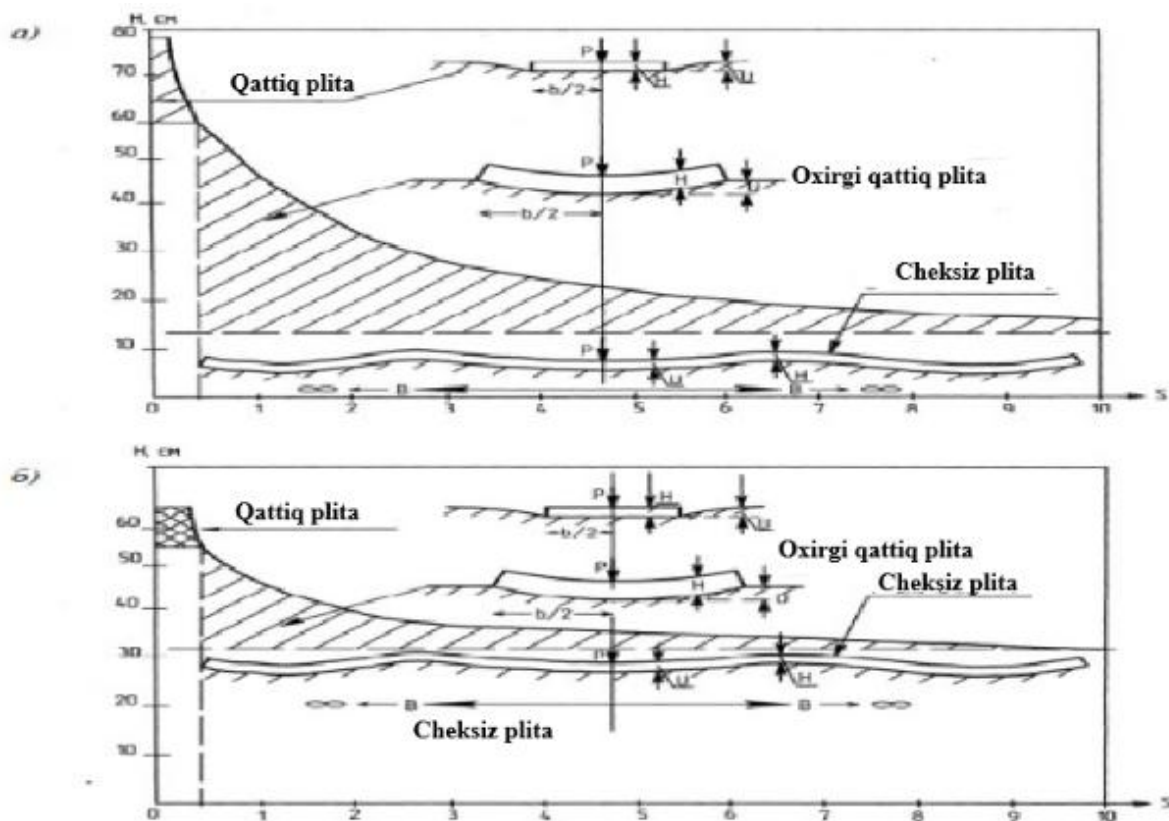
$$S = \frac{3 \cdot E_0 (1 - \mu_0^2) \cdot (b/2)^2}{H^3 \cdot E_1 (1 - \mu_1^2)} 2\pi r \quad (1.1)$$

bu yerda E_0 , E_1 – asos va qoplamaning elastiklik modullari; μ_0 , μ_1 – asos va qoplamaning Poisson koeffitsiyentlari; H – qoplama plitasining qalinligi; b – plitaning kengligi. Agar $S < 0,5$ bo‘lsa, plita mutlaqo qattiq hisoblanadi va yuklanganda u egilmay, faqat asosga bosiladi. Bunday plitada hech qanday egiluvchanlik belgilari yo‘q.

Agar $0,5 < S < 10$ bo‘lsa, plita cheklangan qattqlikka ega (egiluvchanlik belgilari bilan) deb hisoblanadi va yuklama P ta'sirida egilish va tushish xususiyatlariga ega (rasm 1.9, a, b). Agar $S > 10$ bo‘lsa, plita past qattqlikdagi, egiluvchan va reja bo‘yicha cheksiz deb hisoblanadi. Bu holda plita P yuklamasi ostida egiluvchanlikni

ko'rsatadi, bu esa yuklamadan sezilarli masofada (nazariy jihatdan cheksiz) ko'p marta egilish va to'liqinli egilishlarga olib keladi.

Asfaltbeton qoplamali yo'llar uchun elastiklik moduli $E_1 = 5000 \text{ MPa}$ va $\mu_1 = 0,20$, asosning elastiklik moduli $E_0 = 120 \text{ MPa}$ va $\mu_2 = 0,3$ bo'lganda, qoplama plitalari 5 dan 35 sm gacha qalinlikda egiluvchan, 35 dan 55 sm gacha qattiq va 55 sm dan yuqorida mutlaqo qattiq bo'ladi (1.10- b rasmga qarang).



1.10- rasm. Yo'l qoplamalarining egiluvchanlik ko'rsatkichining qalinlikka bog'liqligi:

a – sementobeton qoplamalari uchun; b – asfaltbeton qoplamalari uchun

Sementobeton qoplamalari uchun $E_1 = 33000 \text{ MPa}$; $\mu_1 = 0,15$;

$E_0 = 120 \text{ MPa}$; $\mu_0 = 0,3$ bo'lganda, ular 15 sm gacha qalinlikda **egiluvchan**,

15 dan 59 sm gacha **qattiq** va 59 sm dan yuqorida **mutlaqo qattiq** bo'lishi mumkin (qarang, rasm 1.11, a).

Nazorat uchun savollar:

1. Konstruktiv elementlar deganda nimani tushunasiz?
2. Yo'l qatlamlarining vazifasi va turlari qanday?

3. Asosiy yo‘l elementlarini sanab bering va ularning funksiyasini tushuntiring.

4. Drenaj tizimining ahamiyati va uning asosiy komponentlari nimalardan iborat?

5. Ko‘priklar va tunnellar qanday funksiyani bajaradi?

6. Estakada va yo‘l o‘tkazgichlarning o‘zaro farqi nimada?

7. Sun’iy inshootlarni loyihalashda hisobga olinadigan asosiy geometrik parametrlar nimalardan iborat?

8. Yo‘l va sun’iy inshootlarga yuk ta’siri qanday o‘lchanadi?

9. Qurilish materiallarining qanday xususiyatlari yo‘llar va sun’iy inshootlarning mustahkamligi uchun muhimdir?

10. Muhandislik yechimlari orqali iqtisodiy samaradorlikni qanday oshirish mumkin?

2-BOB. TAYANCHLAR VA YUKLAR TASNIFI

2.1. Tayanchlarning turlari va reaksiyalari.

Inshootlar va yo'llarni loyihalash va qurishda tayanchlar va yuklarning to'g'ri tasniflanishi muhim ahamiyat kasb etadi. Tayanchlar inshootning barqarorligini ta'minlovchi elementlar bo'lib, yuklar ularning o'ziga tushuvchi kuch va ta'sirlarni ifodalaydi. Ushbu ma'ruzada tayanchlar va yuklarning tasnifi hamda ularning inshootdagi ahamiyati ko'rib chiqiladi.

Balkalarda hosil bo'ladigan egilishlar yetarli darajada kichik bo'lgani uchun muvozanat tenglamalarini tuzishda ularni absolyut qattiq deb qarash mumkin yani balkaning deformatsiyasi ularga qo'yilgan kuchlarning bir-biriga nisbatan joylashuviga hech qanday tasir ko'rsatmaydi deb faraz qilamiz.

Tayanchlar asosan quyidagi uch turdan iborat bo'ladi;

- 1.Silindrik sharnirli va qo'zg'almas tayanch.
- 2.Silindrik sharnirli qo'zg'aluvchan tayanch.
- 3.Qistirib mahkamlangan tayanch.

Silindrik sharnirli qo'zg'almas tayanch.

Tayanch tekisligi $m \cdot n$ ga biriktirilgan katta tayanch yostig'i $[D]$ ga balkaning uchi silindrning sharnir vositasi bilan tutashtiriladi. Tayanch reaksiyasi A sharnir markazi orqali o'tgani uchun qo'yilgan nuqtasi malumdur. Miqdori va yo'nalishining OX va OY o'qlariga proeksiyalari orqali aniqlanadi.

Balkaning uchi tayanchga bu tarzda biriktirilganda u gorizontaal va vertikal yo'nalishda ko'cha olmaydi faqatgina sharnir o'qi atrofida aylana oladi.

Silindrik sharnirli qo'zg'aluvchan tayanch.

Bunday tayanchlar balkaning uchini gorizontaal ko'chishiga va ko'ndalang kesimi aylanishiga qarshilik ko'rsatmaydi. Bu turdagi tayanchlarda faqat tayanch tekisligiga tik yo'nalgan bittagina vertikal reaksiya hosil bo'ladi.

Qistirib mahkamlangan tayanch.

Bunday tayanch balkaning qisilgan uchini hech qanday ko'chirishga yo'l qo'ymaydi. Bu holda balkaning uchidan bir qismi masalan $AA_1=6$ qismi tayanchga

biriktirilgan holda qistirib mahkamlanadi. Balkaning qistirilgan qismi as, cd, db yuzalaridagi reaktiv bosimlar qistirilgan qismi markaziga qo'yilgan bir bosh vektor bilan balkaning egilish tekisligida yotuvchi bosh moment M ga keltirilgan. Ra balkaning mahlamlangan uchini vertikal va gorizontal yo'nalishidagi ko'chishiga qarshilik ko'rsatsa, MA balka uchun erkin aylanishiga qarshilik ko'rsatadi, shuning uchun MA reaktiv moment deb ataladi.

2.2. Tayanchlar va yuklarning o'zaro bog'liqligi

Tayanchlar va yuklar inshootning mustahkamligi va chidamliligini ta'minlash uchun o'zaro muvofiqlikda ishlaydi. Inshootdagi yuklar qanday bo'lishidan qat'i nazar, tayanchlarning xususiyatlari ular bilan muvofiq bo'lishi lozim.

Tayanchlar va yuklarning tasnifi qurilish muhandisligi sohasida muhim ahamiyatga ega. Ularning to'g'ri tanlanishi inshootlarning mustahkamligi va xavfsizligini oshiradi. Tayanchlar va yuklarning turlari va xususiyatlarini chuqur o'rganish har bir muhandis uchun zaruriy bilimdir. To'g'ri hisoblash va loyihalash orqali inshootlar uzoq muddat xizmat qilishi ta'minlanadi.

Avtotransport va havo kemalaridan keladigan yuklar yo'l va aeroport qoplamalarida **statik** va **dinamik** bo'lishi mumkin. **Statik yuklar** to'xtash joylarida va to'xtashlarda yuzaga keladi. **Dinamik yuklar** harakat davomida va nisbatan yuqori tezlikda yuzaga keladi, ular qisqa muddatli bo'lib, zarba yoki impuls yuklariga o'xshaydi. Zarba yuklari yo'l va aeroport qoplamalarining mikroprofilining keskin o'zgarishi natijasida ham paydo bo'ladi: plitalar qoplamalaridagi bosqichlarda, to'g'onlarda va muntazam hamda tasodifiy notekisliklardagi chuqurliklarda.

Avtotransport yoki samolyotlar g'ildiraklaridan tushadigan harakatli dinamik vertikal yuklar odatda g'ildiraklar va qoplama orasidagi kontakt tekisligida ta'sir qiluvchi gorizontal (siyosiy) yuklar bilan birga bo'ladi. G'ildirakning aylanishini engish natijasida yuzaga keladigan siyosiy yuklar odatda vertikal yuklarning 3–5 % ni tashkil etadi va g'ildirak harakatining teskari tomonida bo'ladi. Tormozlashdan keladigan siyosiy yuklar ham harakat yo'nalishining teskari tomonida bo'lib,

qoplamalarning shovqin darajasiga bog'liq va vertikal yuklardan 1–5 % (muzli qoplama) dan 35–55% (quruq qoplama) gacha bo'ladi. Shunday qilib, harakatda natijaviy yuklar tayanch tekislikka va aylanishga nisbatan qiyshaydi va quyidagicha ifodalanadi:

$$Q_x x = P * \sqrt{1 + \varphi_{\text{KT}}^2} \quad (2.1)$$

bu yerda P – vertikal yuk; φ_{KT}^2 – aylanishga qarshi koeffitsient yoki ishqalanish koeffitsienti.

Avtotransport vositalarining pnevmatik g'ildiraklaridan tushadigan natijaviy yuk, odatda, elliptik shaklda tayanch sirtida tarqatiladi. Ellips markazida spesifik yuk (kontakt bosimi) maksimal, chetida esa nolga teng. Yo'l va aeroport qoplamalari qatlamlarining stress-deformatsion holatini hisoblash jarayonini soddalashtirish uchun, g'ildirakdan keladigan yuk P , tayanch sirtidagi elliptik iz bo'ylab notekis taqsimlangan, doira shaklida bir xil taqsimlangan yuk (g_0) ga almashtiriladi, bu doiraning diametrik

$$D = 2 * \sqrt{\frac{P}{g_0 * \pi}} \quad (2.2)$$

bilan ifodalanadi.

Avtomobil va yo'l qurilishi tarixida ot aravalaridan to og'ir avtomobilgacha bo'lgan davr davomida transport vositalarining konstruksiyalaridagi tezlik, yuk og'irligi, yo'lovchi sig'imi, o'qlar soni, g'ildiraklar soni, o'qlarga va g'ildiraklarga yuklar hamda qoplamalardagi bosimlar o'sishiga oid davriy o'zgarishlar kuzatilgan. Ushbu tendensiyalar deyarli butun dunyoda yo'lning yuk ko'tarish qobiliyati va transport-ekspluatatsiya sifatlari imkoniyatlari bilan cheklangan. Shu sababli, dunyoning ko'plab mamlakatlarida uchinchi ming yillik boshida avtotransport vositalarining vazn parametrlariga qo'yilgan cheklovlar mavjud bo'lib, ular konstruksiyalarini belgilaydi (2.1-jadval).

**Yevropa, MDH va Baltiya mamlakatlarida avtotransport vositalarining
vazn parametrlari bo'yicha milliy cheklovlar**

Davlatlar	Yuklama t/s			To'liq og'irligi t.
	yakka o'qqa yuklama, t/s	Ikki o'qli tirkama	Uch o'qli tirkama	
Avstriya	10.0	16.0	-	38
Angliya	9.3	16.3	22.9	38
Belgiya	12.0	-	-	44
Bolgariya	10.0	13.0-18.0	-	38
Vengriya	10.0	15.0	24.0	40
Gretsiya	13.0	19.0	20.0	38
Daniya	10.0	16.0	-	48
Ispaniya	13.0	14.7	-	38
Italiya	12.0	-	-	44
Lyuksemburg	13.0	20.0	-	40
Niderlandiya	11.0	16.0-20.0	21.0 – 2 + .0	50
Norvegiya	10.0	-	-	16
Polsha	-	-	-	42
Portugaliya	12.0	1-	-	40
Ruminya	10.0	16.0	-	38
Slovakiya	11.0	11.5-16.0	-	48
Finlandiya	10.0	18.0	-	56
Fransiya	13.0	21.0	21.0-24.0	40
Germaniya	11.0	16.0-20.0		40
Chexiya	11.0	115180	22.0-240	48
Shvetsariya	10.0	18.0	-	28
Shvetsiya	10.0	11.0-20.0	21.0-24.0	20-56
Yugoslaviya	10.0	16.0	24.0	40
1992 y EOC tavsiya etilgan	11.5	11.0-20.0	21.0-24.0	40
Ukraina	10.0	16.0	22.0	36
Belarus	6.0 va 10.0	114 180	171 27.0	36
Qozog'iston	6.0 va 10.0	11.4 18 0	17.1m27.0	36
Latviya	10.0	16.0	-	36
Litva	10.0	16.0	22.0	36
Estoniya	10.0	20.0	24.0	40
Moldova	10.0	16.0	22.0	36
Rossiya	10.0	114118.0	16.5124.0	30-38
SNG davlatlari	10.0	11.0-18.0	15.0-25.5	18-44

Ushbu ma'lumotlardan shuni anglash mumkinki, 33 mamlakatdan 18 tasi, ya'ni 54,5 % i, avtotransport vositasining yolg'iz o'qi uchun hisoblangan statik yuklarni 10 t (yoki 100 kN) darajasida qabul qilishni afzal ko'rmoqda. Umuman olganda, avtovozlar og'irligi asosan 20 t dan 56 t gacha bo'lib, Rossiya temir yo'llaridagi yuk vagonlari og'irligi bilan taqqoslanadi. Rossiya Federatsiyasida yo'l konstruksiyalarini loyihalash uchun hisoblangan yuk sifatida GOST 52748-2007 bo'yicha yuklar qabul qilingan (2.2-jadval).

2.2-jadval

Me'yoriy yuklar

Yo'l toifalari	Yuk sinflari AK ts	Avtomobil g'ildiragidan qoplama yuzasiga tushadigan hisobiy Normativ statik yuklama Q_{xis} , kH	Yuklama o'lchamlari		hisobiy
			q, MPa, D, sm	q, MPa D, sm	
IA, IB, II	11,5	57,5	0,60	39/34	
III, IV	10,0	50 0	0,60	39/34	

Izohlar: 1. Nominator – harakatdagi g'ildirak uchun, pastki qism – harakatsiz g'ildirak uchun; q – spesifik bosim; D – g'ildirak izining diametri.

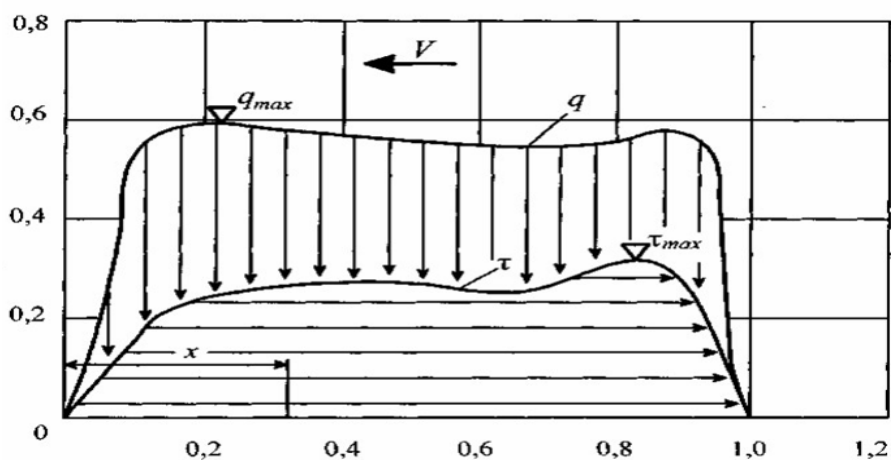
2. Og'ir hisoblangan avtomobil uchun yuk klassi AK – o'q uchun 130 kN, g'ildirak uchun 65 kN; q = 0,6 MPa; D = 42/37 \) sm.

Silliq qoplama yuzasiga ta'sir etuvchi o'rtacha normal yuklama (q) diametri (D) bo'lgan doira yuzasida bir xil taqsimlangan deb qabul qilinadi. Aslida, transport vositalarining pnevmatik g'ildirak izlari ellips shaklida bo'lib, eng katta o'q uzunligi (B) 22 dan 35 sm gacha bo'lgan g'ildirakning aylanish yo'nalishida o'zgaradi. G'ildirak yuklamasining harakat tezligi ortishi bilan yuzaga tushayotgan bosimlar notekis taqsimlana boshlaydi, shuningdek, ular vertikal simmetriya o'qiga nisbatan assimetrik holatga keladi. Ushbu xususiyat tajribalar asosida aniqlangan bo'lib, 2.1-rasm da q va τ epyuralari ko'rinishida berilgan, ular bosim izohlangan va kontakt uzunligining(x/B) ga nisbati o'zgarishiga qarab taqdim etilgan. Umuman olganda, erkin aylanuvchi g'ildirakning yuzaga ta'sir qiluvchi normal va kesuvchi bosimlari

uning kontakt uzunligi bo'yicha 5% aniqlikda ko'p hadli funksiyalar bilan aproksimatsiya qilinadi.

$$q(x) = 3,985 - 1,018x^2 + 0,139x^3 - 0,0093x^4 + 0,00033x^5 - 4,64 * 10^{-6}x^4 \dots \quad (2.1)$$

$$\tau(x) = 1,29 - 0,365x^2 + 0,0562x^3 - 0,00454x^4 + 0,00018x^5 - 2,746 * 10^{-6}x^4 \dots \quad (2.2)$$



2.1-rasm Harakatlanayotgan g'ildirakdan 50 kN yuk bilan qoplamaga tushayotgan kontakt normal bosimi q va kesuvchi bosimlar τ epyuralari

B uzunlikdagi yo'l, ya'ni g'ildirakning qoplama yuzasidagi kontakt uzunligini, transportning 90 km/soat tezlikda harakatlanishida 0,01 s ichida bosimlar o'tadi, aerodromlarning ko'tarilish va qo'nish yo'laklarida esa bu vaqt havo transporti uchun 90–180 t ko'tarilish og'irligi va 200-270 km/soat qo'nish tezligida $T_0 = 0,003-0,005$ s ga tengdir.

Kontakt dinamik vertikal bosimlar $q(t)$ (2.1) formulasi bo'yicha hisoblanadi va bu bosimlar silliq aylanuvchi yuzasi va pnevmatik g'ildirakning qadam yo'laklari o'rtasidagi chegara joyida hosil bo'ladi (2.1-rasmga qarang).

O'rtacha statistik kontakt bosimlar (q), 2.2-jadvalda keltirilganidek, shinalarning protektor naqshiga yoki qoplama yuzasida g'ovak qatlamlarning mavjudligiga qarab sezilarli darajada oshadi, bu esa g'ildirakning yo'lga ushlanishini ta'minlaydi. Masalan, g'ovak qatlamidagi qo'shni donalarning diametrlari farqi 4 baravar bo'lsa, katta donaga tushayotgan yuk 7 baravar oshadi.

Nisbatdagi siqilish stresslarining $\frac{\sigma_y}{q}$ va kesish stresslarining $\frac{\tau_y}{\tau}$

kamayishi nisbiy chuqurlik $y = h/B$ bo'yicha asosan sustlashuvchi xarakterga ega. Bu holat rasm 2.2 da ko'rsatilgan va quyidagi shaklda taqdim etilgan.

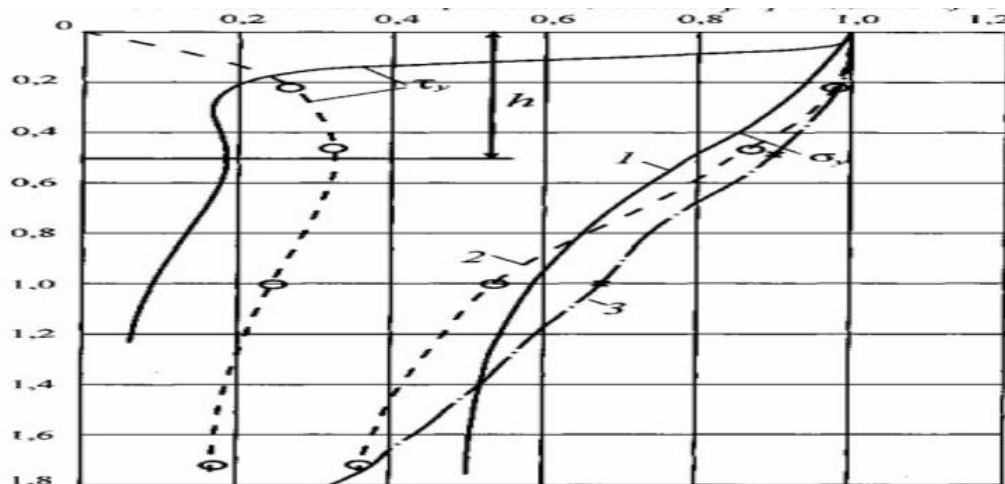
2.3. Siqilish yuklanishlari

$$\sigma_y = q(t) * e^{\frac{-h}{2B}} \quad (2.3)$$

$$\tau_y = \tau(t) * e^{\frac{-h}{1.6B}} \quad (2.4)$$

yg'ildirakning harakat yo'nalishi bo'yicha konstruksiyada hosil bo'ladi va g'ildirakning qoplama yuzasi bilan kontakti ellipsining uzunligi va kengligi o'rtasidagi nisbati 1,1–1,7 ga teng bo'lganda yuzaga keladi.

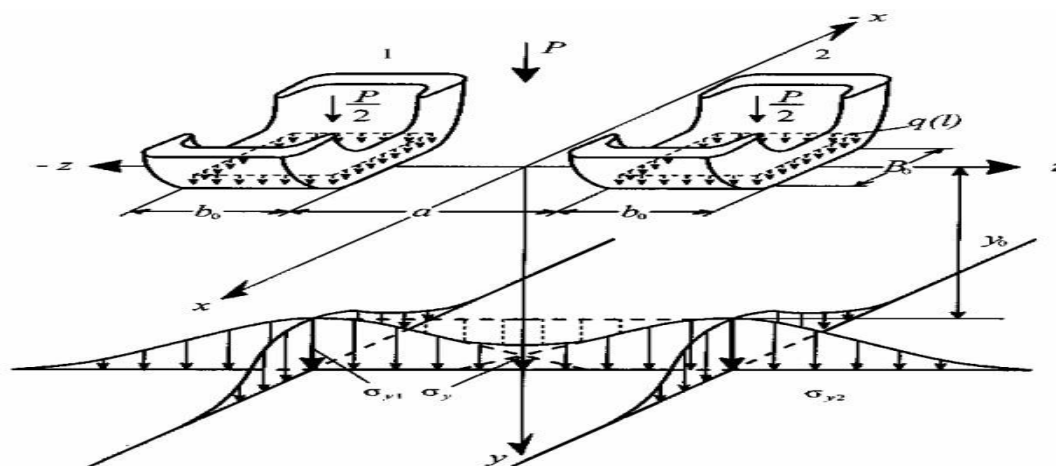
Agar kontakt ellipsining o'qlari teng bo'lsa, unda bir xil kontakt bosimlarida stresslar chuqurlik 12 sm da 16 %, 20 sm da 28 %, va 60 sm da 40 % ga kamayadi. Umuman olganda, siqilish statik stresslari σ_y (qarang 2.2-rasm) dinamik stresslardan ko'proq va deyarli J.V. Bussinesk o'zgarishlari bilan mos keladi.



2.2-rasm. Siqilish stresslari σ_y va kesish stresslari τ ning qatlam qalinligidagi o'zgarishi. Qattiq chiziqlar – 1 – harakatlanuvchi yukdan; nuqtali chiziqlar – 2

– harakatlanmaydigan yuk uchun, uzunlik $B = 22$ sm bo‘lgan uzun kontakt; 3– J.V. Bussineskning doira bo‘yicha yuklanish uchun statik yuk bo‘yicha yechimi.

Juft g‘ildiraklardan hosil bo‘lgan g‘ildirak yuklamasi P mustaqil kontakt bosimlari $q(t)$ va yo‘l konstruksiyasining chuqurliklarida siqilish stresslari σ_{y1} va σ_{y2} ni keltirib chiqaradi (qarang rasm 2.3).



2.3- Rasm Ikki juft g‘ildirakdan kelib chiqqan siqilish stresslarining qo‘shilishi yuzadan y_0 chuqurlikda.

Yuqoridagi jumladan olingan ma'lumotlarga ko‘ra, juft g‘ildirakning uzunlik o‘qida ($x = 0$) siqilish stresslari σ_{y1} va σ_{y2} 2,5-5 sm chuqurlikda g‘ildiraklar orasidagi masofa $a = 5-10$ sm bo‘lganida qo‘shila boshlaydi.

Bitta g‘ildirakdan kelib chiqadigan siqilish stresslarining bir xil holatga kelishi juft g‘ildiraklardan 20 va 40 sm chuqurlikda $a = 5$ va 10 sm bo‘lganda sodir bo‘ladi. Bu holat yo‘l konstruksiyalari qoplamalarini $q(t)$ va $\tau(t)$ ta'sirida

hisoblash imkonini beradi va doira izlari diametrlarini quyidagicha ifodalaydi:

$$D = 2 \sqrt{\frac{B \cdot b_0}{\pi}} \quad (2.5)$$

Keltirilgan yuklamalar uchun, 2.2-jadvalda ko‘rsatilgan, bu $D = 24-30$ sm va $a = 5-10$ sm ga teng. Ularni hisobga olgan holda, g‘ildirakning qattiq bosimlari va doira izlari diametrlarini yuklamalarga dinamiklik koeffitsienti asosida, avtomobillarning notekis qoplamalar bo‘yicha harakatlanishidagi tebranish hodisalarini hisobga olib, oshadi.

Yo‘l va qurilish konstruktsiyalarini hisoblash amaliyotida qoplama qalinligining har qanday masofasida yoki yarim fazoda vertikal siqilish stresslarini aniqlash uchun turli formulalar mavjud. 2.3-jadvalda yarim fazaning chuqurlik bo‘yicha yoki oxirgi qalinlikdagi qatlam uchun statik stresslarni hisoblash bo‘yicha eng maqbul formulalar.

2.3-jadval

**Statik kuchlanishlarni yarim faza yoki oxirgi qalinlikdagi qatlam
bo‘yicha chuqurlikda hisoblash formulalari**

Muallif	Formula
K.Brusines	$\sigma_z = \frac{p_o * \pi * D_o^2}{4} * \frac{3 * z^3}{2\pi * (\sqrt{z^2 + x^2})^5}$
A.B. Pataleyev	$\sigma_z = \frac{p_o * \pi * D_o^2}{4} * \frac{1}{2\pi} * \left[\frac{3 * z^3}{(\sqrt{z^2 + x^2})^5} + \frac{1 - 2 * \mu^{-1}}{(\sqrt{z^2 + x^2})^5 [(\sqrt{z^2 + x^2}) + z]} \right]$
Frelix	$\sigma_z = \frac{p_o * \pi * D_o^2}{4} * \frac{n}{2\pi (\sqrt{z^2 + x^2})^2} \left(\frac{z}{\sqrt{z^2 + x^2}} \right)^n$
Flaman	$\sigma_z = \frac{p_o * \pi * D_o^2}{4} * \frac{1}{D_o} * \frac{2}{\pi} \frac{z^3}{(\sqrt{z^2 + x^2})^4}$
Love	$\sigma_z = p_o \left[1 - \left(\frac{1}{1 + \frac{D_o}{(2z)^2}} \right) \frac{3}{2} \right]$
L.B.Fayans	$\sigma_z = p_o \left[1 - \left(\frac{1}{\left(0.5 * D_o \sqrt{1 + \left(\frac{2z}{D_o} \right)^2} \right)} \right)^2 \right]$
Yakunin	$\sigma_z = \frac{P_o}{\left[1 + a \sqrt[2.5]{\frac{E_b}{E_{ocn}} \left(\frac{z}{D_o} \right)^2} \right]}$

Bu yerda:

p_0 – qoplama yuzasidagi bosim, D_0 diametrli doira bo'yicha maydonga taqsimlangan, mos ravishda MPa va m;

z – qoplama yuzasidan ko'rib chiqilayotgan kesimgacha bo'lgan vertikal masofa, m;

x – qoplama yuzasidan ko'rib chiqilayotgan kesimgacha bo'lgan gorizonta masofa;

n – Freylix tomonidan kiritilgan koeffitsient, material turidan bog'liq; a – konsentratsiya koeffitsienti, yumshoq yo'l qoplamalari uchun 1 ga, elastik izotrop materiallar uchun 2,5 ga teng;

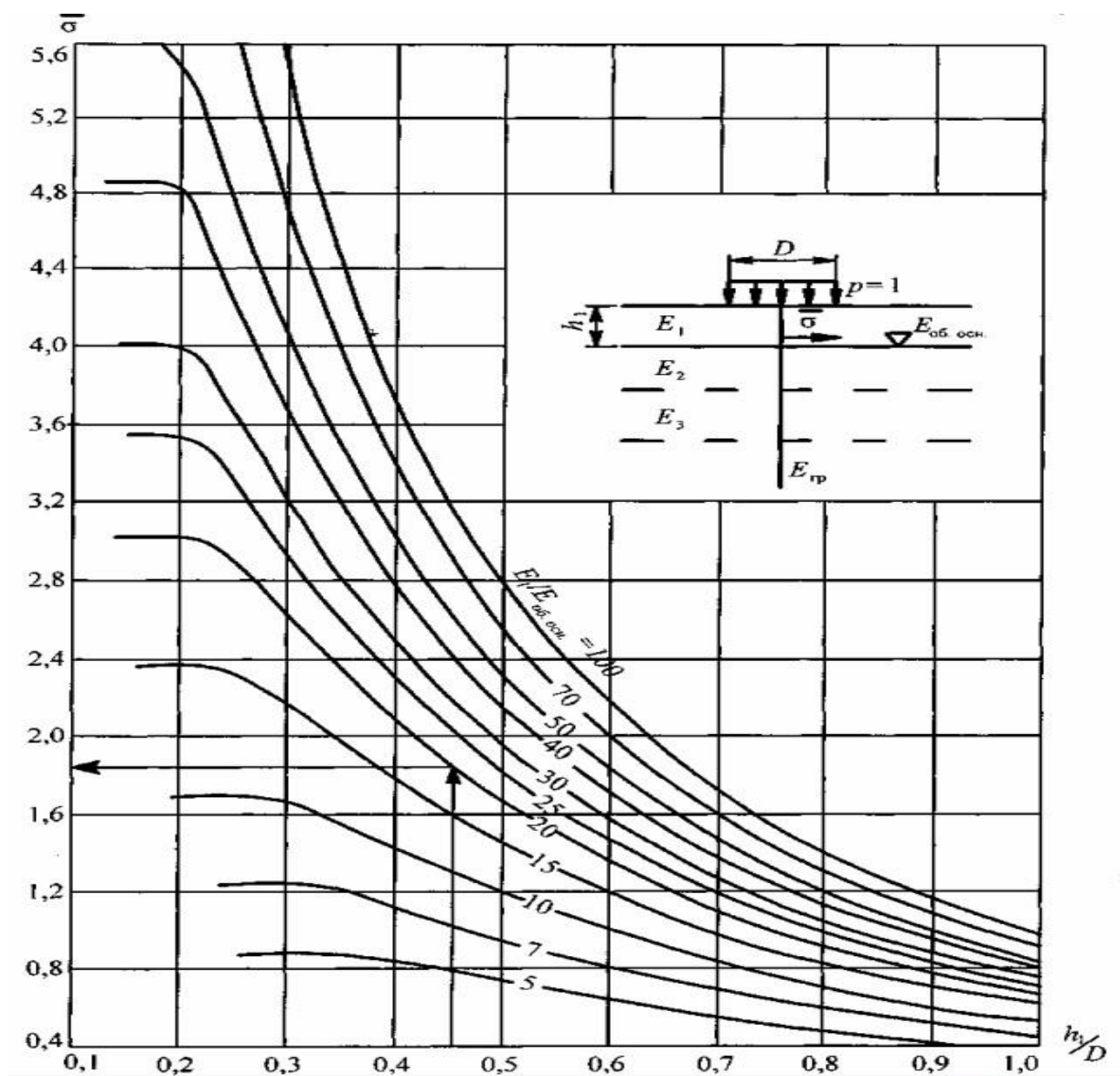
E_{va} E – mos ravishda yuqori qatlam materialining deformatsiya (elastiklik) moduli va asos ostidagi ekvivalent deformatsiya (elastiklik) moduli, MPa da. Eslatma. Bussineska, Pataleeva, Frelih va Flaman formulalarida markazlashtirilgan yuk o'rtacha integratsion bosimning doira shtampi bo'yicha taqsimlangan qiymati va shtamp maydoni ko'paytmasi bilan almashtirilgan.

2.4-rasmda doira moslashuvchan stamp markazi ostida joylashgan kesmada chuqurlik bo'yicha kuchlanishlarning taqsimlanishi sxemasi ko'rsatilgan.

Vertikal yuklama D diametrli doira maydonga tarqatilgan holda, qatlamli yo'l konstruktsiyasining yuqori qatlamidagi tortish kuchlari MPa da quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\sigma_n = \sigma_r * 0.1 * q \quad (2.6)$$

bu yerda σ_r — M.B. Korsunskiyning nomogrammasiga ko'ra aniqlanadigan bir birlikli o'lchov yukidan kelib chiqadigan kuchlanish; q — yuklardan kelib chiqadigan bir o'lchov bosim (qarang, 2.2-jadval).



2.5-rasm. Egilishdagi bir birlik yuk ta'sirida yuqori monolit qatlamda paydo bo'ladigan tortish kuchlanishini aniqlash uchun nomogramma.

2.4. Tayanchlardagi yuklanishlarni hisoblash

Tayanchlarni mustahkamlikka va turg'unlikka hisoblash konstruksiyalari [ko'priklar, binolar, ustunlar va boshqa muhandislik inshootlar] barqarorligi va xavfsizligini taminlash uchun muhim jarayondir. Ushbu hisoblash ikki asosiy qismlarga bo'linadi;

1. Mustahkamlikka hisoblash.
2. Turg'unlikka hisoblash.

Tayanchlarni hisoblash qurilish va muhandislik konstruksiyalarining barqarorligi va xavfsizligini taminlash uchun zarur bo‘lib, u quyidagi asosiy hisoblash turlarini o‘z ichiga oladi.

- Reaksiya konstruksiyalarini aniqlash.

Tayanchdagi reaksiya kuchlarini aniqlash uchun statik tenglamalar qo‘llaniladi.

Agar nurning ikkita tayanchi bo‘ls avaga unga bir xil taqsimlangan kuch tasir etsa tayanch reaktiv kuchini aniqlash uchun quyidagi formulalar ishlatiladi.

$$F = R_a + R_b \quad (2.7)$$

Tayanchning mustahkamligini hisoblash uchun ishchi kuchlanishlar va materialning ruxsat etilgan mustahkamligi hisobga olinadi.

Tayanchlarning burilishga yoki ag‘darilishga chidamliligini tekshirish uchun Eyler formulasi ishlatiladi.

Tayanchlarni hisoblash quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi;

- statik muvozanatni tekshirish-tayanch reaksiyalarini aniqlash.

- mustahkamlikka hisoblash- ishchi kuchlanishlarni materialga mosravishta tekshirish.

- turg‘unlikka hisoblash-bukilish yoki ag‘darilishga qarshiligini tekshirish.

- deformatsiyani hisoblash- tayanchlarning egilish yoki siqilishi hisoblanadi.

Tayanchlarni mustahkamlikka hisoblash.

Tayanchlarni mustahkamlikka hisoblanishi konstruksiyaning ishonchliligi va xavfsizligini taminlash uchun zarur. Hisoblashda yuklamalar material xususiyatlari va geometric parametrlari inobatga olinadi.

Mustahkamlikni tekshirish bosqichlari;

Konstruksiya yuklamalarini aniqlash.

Statik muvozanat tenglamalarini yechish

Ichki kuch va momentlarni aniqlash

Normal va kesish kuchlarini hisoblash.

Materialning mustahkamlik chegarasi bilan solishtirish.

Xavfsizlik omilini tekshirish.

Tayanchlarni mustahkamlikka hisoblashda;

- Normal va bukilish kuchlanishlari material mustahkamligidan oshmasligi kerak.
- Kesish kuchlanishi ruxsat etilgan chegarada bo'lishi kerak.
- Hisob kitoblar xavfsizlik omili bilan tekshirilishi kerak.

Agar tayanch turini yoki materialni o'zgartirish kerak bo'lsa hisoblash parametrlarini qayta ko'rib chiqish lozim.

Tayanchlarni turg'unlikka hisoblash

Tayanchlarning turg'unligu ularning bukilishi, siqilishi yoki ag'darilishi natijasida barqarorligini yo'qotmasligini taminlash uchun hisoblanadi. Bu hisoblash konstruksiyaning xavfsizligi va ishonchliligini kafolatlaydi.

Turg'unlik tushunchasi.

Tayanchlar yuklamalar tasirida quyidagi holatlarda turg'unligini yo'qotishi mumkin.

Nazorat uchun savollar;

1. Tayanch nima va uning asosiy vazifasi qanday?
2. Statik tayanchlar va dinamik tayanchlar orasidagi farqni tushuntiring.
3. Ustun (column) nima va u qanday ishlaydi?
4. Tayanch strukturasining mustahkamligini qanday hisoblash mumkin?
5. Qaysi holatlarda qatlamli tayanchlardan foydalanish tavsiya etiladi?
6. Poydevor (foundation) va uning roli qanday?
7. Tayanchni o'zgartirish qanday amaliyotlar orqali amalga oshiriladi?
8. Strukturaning barqarorligini saqlash uchun qanday tayanch tizimlaridan foydalanish mumkin?
9. Doimiy yuk va o'zgaruvchan yuk orasidagi farqni tushuntiring.
10. Dinamik yukning struktura ustida qanday ta'siri bo'lishi mumkin?
11. Harorat yuklari qanday yuzaga keladi va ularning struktura ustiga ta'siri qanday?
12. Yukni taqsimlash deganda nima nazarda tutiladi?

3 - BOB. SIQILISHDAGI ZO'RIQISHLARNING TA'SIR CHIZIQLARI.

3.1. Avtomobil yo'llarida siqilishdagi zo'riqishlar.

Avtomobil yo'llari qurilishida, ayniqsa asfalt yoki beton yo'llarida, siqilishdagi zo'riqishlar va ularning ta'sir chiziqlari katta ahamiyatga ega. Siqilishdagi zo'riqishlar - bu yo'lning turli qismlarida avtomobilning harakati yoki tashqi sharoitlar tufayli yuzaga keladigan kuchlardir. Bu kuchlar yo'lning materialiga, uning strukturasiga, og'irlik va yuklarni taqsimlashga ta'sir qiladi va quyidagicha bo'ladi:

1. Siqilishdagi zo'riqishlar (Compressive Stress)

Siqilishdagi zo'riqishlar, materialning siqilish kuchlariga nisbatan qarshilik ko'rsatishi bilan bog'liq bo'lgan zo'riqishlardir. Avtomobil yo'llarida bu turdagi zo'riqishlar, odatda, yo'lning materialiga kuch qo'llanishi, masalan, og'ir transport vositalari yoki avtomobillar tomonidan qoldirilgan izlar orqali yuzaga keladi. Bu holatda, yo'lning materiallari zichlanib, deformatsiyalanadi.

2. Ta'sir chiziqlari (Stress Distribution Lines)

Siqilishdagi zo'riqishlar o'zaro ta'sir qiluvchi kuchlar orqali taqsimlanadi, bu esa yo'lning har bir qismida ta'sir chiziqlari (stress distribution lines)ni keltirib chiqaradi. Bu chiziqlar yo'lning turli qismlarida kuchlarning qanday tarqatilayotganini ko'rsatadi va asosiy maqsad bu kuchlarning tasirini to'g'ri hisoblab chiqishdir. Ta'sir chiziqlari quyidagi holatlarda shakllanadi:

- **Kuchlar taqsimlanishi:** Yo'lga tushadigan yuklarning, masalan, og'ir avtomobillar yoki transport vositalarining og'irliklari ta'sirida, ta'sir chiziqlari to'g'ri yoki egri shaklda tarqaladi. Bu ta'sirning o'zi yo'lning qattiqligi va elastik xususiyatlariga bog'liq.
- **Ko'p qavatli yo'llar:** Asfalt yoki beton qavatlarining bir-biriga ta'siri ham ta'sir chiziqlarini shakllantiradi. Yuqoridan bosim ostida qolgan qavatlar pastga siqiladi, va bu harakat ta'sir chiziqlari shakllanishiga olib keladi.

➤ **Dinamik yuklar:** Yo'lga tushayotgan yuklar faqat statik emas, balki dinamik (harakatda bo'lgan) bo'lishi mumkin, masalan, transport vositalarining harakati natijasida. Bu holatda ta'sir chiziqlari vaqt o'tishi bilan o'zgaradi va davomiy o'zgarishlar ta'sirini ko'rsatadi.

Siqilishdagi zo'riqlashlarning ta'sirini tahlil qilish

Siqilishdagi zo'riqlashlarning ta'sirini tahlil qilishda quyidagi usullar qo'llaniladi:

➤ **Matematik modellar:** Siqilish kuchlarini tahlil qilish uchun matematik modellar, ya'ni kuchlar taqsimoti va stress-kerakli hisoblarga asoslangan modellardan foydalaniladi.

➤ **Kompyuter simulyatsiyasi:** Kompyuter yordamida yo'llarda yuzaga keladigan siqilishdagi zo'riqlashlarni tahlil qilish uchun turli dasturlar ishlatiladi. Bu simulyatsiyalar yordamida, ta'sir chiziqlari va yuklarning taqsimlanishini aniq ko'rish mumkin.

➤ **Eksperimental usullar:** Avtomobil yo'llarida yuzaga keladigan kuchlarning taqsimlanishini tekshirish uchun laboratoriya va maydon sharoitlarida eksperimentlar o'tkaziladi.

Siqilishdagi zo'riqlashlarning ta'siri

Siqilishdagi zo'riqlashlar yo'lning materiallariga qarshi bir necha turli ta'sirlarni keltirib chiqaradi:

➤ **Deformatsiyalar:** Siqilish kuchlari materialning deformatsiyasiga sabab bo'ladi, bu esa yo'lning yomonlashishi yoki sirpanishining oshishiga olib kelishi mumkin.

➤ **Tuzilishning buzilishi:** Uzun vaqt davomida siqilish kuchlari ta'sirida yo'lning strukturalari, ayniqsa asfalt yoki beton qavatlari, qisman yoki to'liq buzilishi mumkin.

➤ **Yo'lning eskirish jarayoni:** Siqilishdagi kuchlar ta'siri bilan yo'lning sirt qismidagi materiallar eskirishi, yoriqlar va bo'shliqlar paydo bo'lishi mumkin.

Avtomobil yo'llarida siqilishdagi zo'riqlashlar va ularning ta'sir chiziqlari yo'lning uzoq muddatli ishlashini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Ularning tahlili

yoʻlning mustahkamligini va xavfsizligini taʼminlash uchun zarur boʻlgan konstruktiv qarorlarni qabul qilishda yordam beradi. Bu jarayonlar avtomobil yoʻllarining barqarorligi va uzoq muddatli ishlashini taʼminlashga xizmat qiladi.

Avtomobil yoʻllarida harakatlanayotgan transport vositalari yoʻl qoplamasiga turli xil zoʻriqishlar va kuchlanishlarni hosil qiladi. Bu zoʻriqishlar yoʻl qoplamasining mustahkamligi, chidamliligi va xizmat muddatiga bevosita taʼsir koʻrsatadi. Ushbu maʼruzada siqilishdagi zoʻriqishlarning taʼsir chiziqlari, ularning qoplama qatlamlariga taʼsiri va hisoblash usullari haqida soʻz boradi.

Siqilishdagi zoʻriqish tushunchasi. Siqilishdagi zoʻriqishlar (stress) – yoʻl qoplamasiga taʼsir qiluvchi tashqi kuchlar natijasida materialning ichki tuzilmasida hosil boʻladigan kuchlanishlar. Bu zoʻriqishlar harakatlanayotgan transport vositalarining ogʻirligi, harakat tezligi va boshqa omillarga bogʻliq. Siqilishdagi zoʻriqish (stress) – tashqi kuchlar taʼsirida materialning ichki tuzilmasida hosil boʻladigan kuchlanish boʻlib, u asosan materialning hajmini qisqartirishga intiladi. Bu zoʻriqish materialning mexanik xususiyatlariga, tashqi kuchlarning yoʻnalishi va kattaligiga hamda material tuzilmasining geometrik oʻziga xosliklariga bogʻliq.

Siqilishdagi zoʻriqish matematik jihatdan quyidagicha ifodalanadi:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (3.1)$$

Bu yerda:

σ – siqilishdagi zoʻriqish (Pa, N/m²);

F – taʼsir qiluvchi kuch (N);

A – kuch taʼsir qilayotgan yuzaning maydoni (m²).

Siqilishdagi zoʻriqishning xususiyatlari:

Taʼsirning yoʻnalishi: Siqilish kuchi materialni ichkariga tomon bosadi va uning hajmini kamaytirishga intiladi.

Material xususiyatlari: Har bir materialning oʻziga xos elastiklik moduli E boʻlib, bu uning siqilishga qanday munosabatda boʻlishini belgilaydi.

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} \quad (3.2)$$

Bu yerda ε – nisbiy deformatsiya,

σ – zo‘riqish,

E – elastiklik moduli.

Qisqarish deformatsiyasi: Siqilishdagi zo‘riqish materialning uzunligini qisqartiradi va ko‘ndalang kesimini kattalashtiradi (Poisson nisbati yordamida o‘lchanadi).

Poisson nisbati ν – material deformatsiyasi natijasida uning bo‘ylama va ko‘ndalang o‘lchamlari orasidagi bog‘lanishni ifodalaydigan o‘lchamsiz kattalikdir. Material siqilgan yoki cho‘zilganida, uning uzunligi o‘zgarishi bilan birga ko‘ndalang kesimi ham o‘zgaradi. Poisson nisbati ushbu o‘zgarishlar orasidagi nisbiy bog‘lanishni ko‘rsatadi.

Matematik ifodasi:

Matematik ifodasi:

$$\nu = - \frac{\varepsilon_{ko'ndalang}}{\varepsilon_{bo'ylama}} \quad (3.3)$$

Bu yerda: ν – Poisson nisbati (o‘lchamsiz); $\varepsilon_{ko'ndalang}$ – ko‘ndalang deformatsiya (kesim kengligining o‘zgarishi); $\varepsilon_{bo'ylama}$ – bo‘ylama deformatsiya (uzunlikning o‘zgarishi).

Fizik mazmuni:

Ijobiy Poisson nisbati: Odatda aksariyat qattiq materiallar uchun.

Masalan, cho‘zilganda material torayadi va siqilganda kengayadi. Nolga teng Puasson nisbati: Ba’zi maxsus materiallar (masalan, ba’zi ko‘piklar) uchun deformatsiya faqat bir yo‘nalishda bo‘ladi.

Salbiy Poisson nisbati: Ayrim g‘ayrioddiy materiallar (masalan, auxetik materiallar) uchun bo‘ylama deformatsiya paytida ko‘ndalang kesim ham kengayadi. Tipik qiymatlar:

- Metallar: $\nu \approx 0.25 - 0.35$)

- Beton: $\nu \approx 0.1 - 0.2$)

- Rezina: $\nu \approx 0.45 - 0.5$)

- Auxetik materiallar: $\nu < 0$)

Muhimligi

Mexanik xususiyatlar tahlili: Poisson nisbati materialning elastiklik moduli (E), qattqlik moduli (G), va hajmiy moduli (K) kabi xususiyatlarni hisoblashda qo'llaniladi.

Bog'lanish:

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)} \quad (3.4)$$

$$K = \frac{E}{3(1-2\nu)} \quad (3.5)$$

Avtomobil yo'llari loyihalash: Yo'l qoplamasi materialining deformatsiyaga qarshiligini tahlil qilishda Poisson nisbati muhim o'rin tutadi. U yuk ta'sirida hosil bo'ladigan zo'riqishlar va deformatsiyalarni aniqlashda yordam beradi. Inshootlarning mustahkamligi: Binolar, ko'priklar va yo'l qoplamalari materiallari uchun Poisson nisbati ularning yuk ko'tarish xususiyatlarini aniqlashda asosiy parametrdir.

Avtomobil yo'llarida siqilishdagi zo'riqish

Yo'l qoplamasida siqilishdagi zo'riqishlar, asosan, og'ir transport vositalarining g'ildiraklari bosimi natijasida hosil bo'ladi. Bu bosim qoplama materialining qalinligi va turiga qarab taqsimlanadi. Agar siqilish zo'riqishlari yo'l qoplamasining elastiklik chegarasidan oshib ketsa, yoriqlar va deformatsiyalar paydo bo'lishi mumkin.

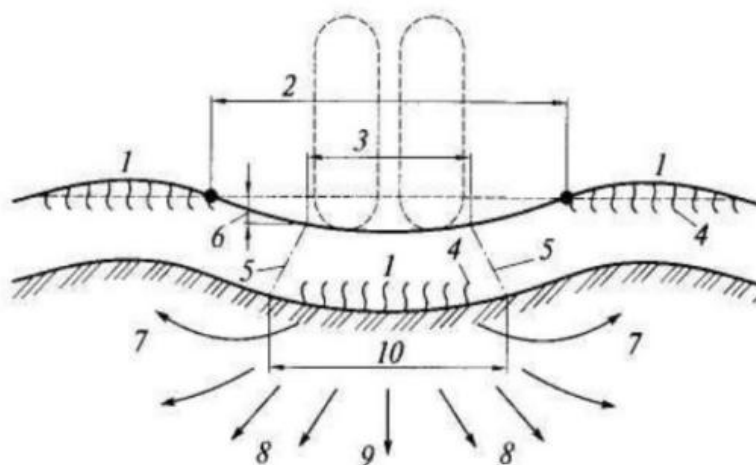
Muhimlik

Siqilishdagi zo'riqishlarni tahlil qilish:

- Yo'l qoplamasining chidamliligini oshirish uchun materiallarni to'g'ri tanlashga;
- Ta'mirlash xarajatlarini kamaytirishga;
- Yo'lning umumiy xavfsizligini ta'minlashga yordam beradi.

3.2. Siqilishdagi ta'sir chiziqlari tushunchasi

Ta'sir chiziqlari – yo'l qoplamasi yoki konstruksiyaga yuklanish tushganda materialning turli nuqtalarida hosil bo'ladigan zo'riqishlar taqsimotini ko'rsatadigan grafik tasvir. Bu grafiklar yuklanishning materialga qanday ta'sir qilishi va u qaysi joylarda maksimal zo'riqishlarni hosil qilayotganini aniqlashga yordam beradi.



3.1-rasm. Yo'l to'shmasidagi deformatsiya va buzulishlarning ko'rinishi:

1-cho'zilish oralig'i; 2-egilish; 3-to'shamning siqilgan joyi; 3-to'shamaning siqilgan joyi; 4-yo'l to'shamasida yuzaga kelgan yoriqlar; 5-to'shamaning yuqori kesilishlari; 6- yo'l to'shamasining deformatsiyasi; 7-gruntning surilish yo'nalishi; 8-gruntning siqilish yo'nalishi; 9-yo'l to'shamasi asosidagi gruntning holati; 10-gruntga berilayotgan bosim maydoni.

Zo'riqishlarning ta'sir chiziqlarini aniqlash.

Zo'riqishlarning ta'sir chiziqlari odatda matematik modellashtirish va eksperimental usullar yordamida aniqlanadi. Ushbu hisob-kitoblarda quyidagi omillar hisobga olinadi:

- Transport vositasining og'irligi va g'ildirak bosimi.
- Yo'l qoplamasining qalinligi va materialning elastiklik moduli.
- Harakat tezligi va yuklanish davomiyligi.

Ta'sir chiziqlarining ahamiyati

Qoplama mustahkamligini oshirish: Zo'riqishlarning taqsimotini tahlil qilish orqali material tanlashni optimallashtirish va qoplamaning xizmat muddatini uzaytirish mumkin.

Loyihalashda qo'llash: Yo'l qoplamasi dizaynini loyihalashda ta'sir chiziqlari orqali eng ko'p zo'riqish tushadigan joylarni aniqlash muhimdir.

Texnik xizmatni rejalashtirish: Zo'riqishlar taqsimotini bilish orqali qoplamaning zaif joylarini aniqlab, ularni o'z vaqtida ta'mirlash imkonini beradi.

Agar qo'shimchalar yoki o'zgarishlar kiritish kerak bo'lsa, aytishingiz mumkin.

Avtomobil yo'llaridagi siqilishdagi zo'riqishlarning ta'sir chiziqlari.

Siqilishdagi ta'sir chiziqlari ikki asosiy qismda tahlil qilinadi:

1. Normal (ortogonal) zo'riqishlar: Bu ta'sir kuchi ta'sir chizig'iga nisbatan perpendikulyar yo'nalishda hosil bo'ladi. Bu zo'riqishlar siqilayotgan material yoki konstruksiya elementi ichidagi ortogonal (normal) kuchlanishni ifodalaydi va odatda materialning siqilish mustahkamligi chegarasiga yaqinlashishi mumkin.

2. Kesish (qirqish) zo'riqishlari: Bu kuch ta'sir yo'nalishiga parallel ravishda hosil bo'ladi va material ichidagi molekulalarni bir-biriga nisbatan surilishiga olib keladi. Bunday zo'riqishlar siqilishda nisbatan kam bo'lsa-da, ayrim hollarda konstruktsiyaning deformatsiyasiga yoki buzilishiga olib kelishi mumkin.

Ta'sir chiziqlarini tahlil qilishning ahamiyati

Ta'sir chiziqlarini tahlil qilish orqali konstruktiv elementlarga yuklanishning qanday taqsimlanishi va ularning bardoshlilik chegaralari aniqlanadi. Bu tahlillar yordamida konstruksiyaga tushuvchi maksimal yuklanish joylarini aniqlash, optimal shakl va materialni tanlash mumkin. Ta'sir chiziqlari muhandislik va konstruksiya loyihalarida qo'llaniladi, chunki ular konstruktsiyaga yuklanishning xavfsiz va samarali taqsimlanishini ta'minlash uchun yordam beradi.

Avtomobil yo'llarida siqilishdagi zo'riqishlarning ta'sir chiziqlari - bu yuk yoki zo'riqish ostida yo'l qoplamasida hosil bo'ladigan kuchlanish ta'sirining tarqalish chiziqlaridir. Bular yo'l qoplamasi va asos qatlami qanday yuklanishlarda va qaysi yo'nalishlarda deformatsiyaga uchrashi mumkinligini ko'rsatadi. Ushbu ta'sir

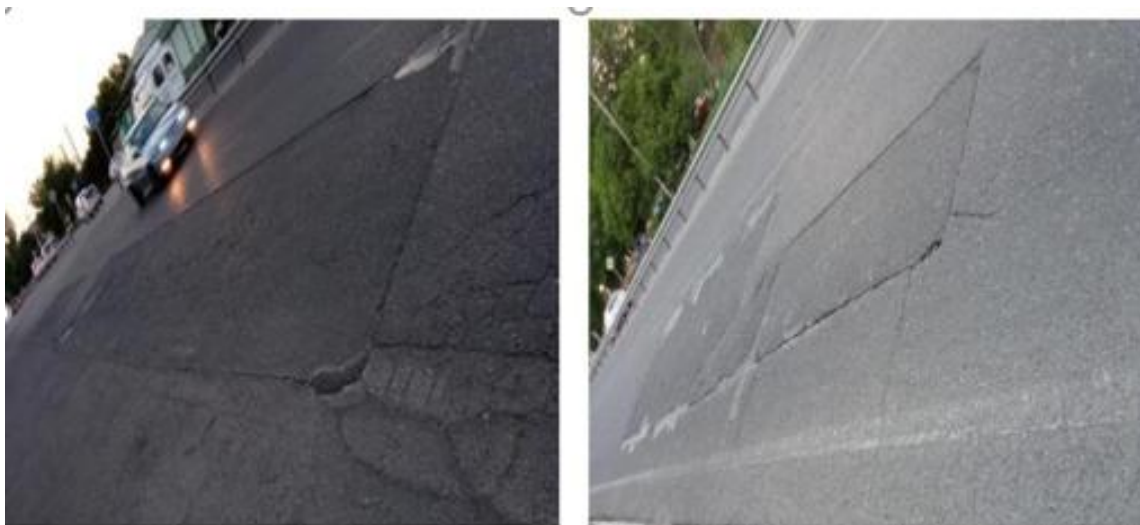
chiziqlari qoplamani loyihalash va kuchlanishlarni optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega.

Asosiy turlaridan biri siqilish ta'sir chizig'i bo'lib, bunda yukning ta'siridan hosil bo'ladigan siqilish kuchlari yo'llar va qoplamaning pastki qatlamlariga o'tadi va asfalt yoki beton qoplama deformatsiyaga uchrashi mumkin. Shu chiziqlarni hisoblash yo'l qoplamasi elementlari va asosiy qatlamlar mustahkamligini ta'minlash uchun kerak bo'ladi.

Bunday ta'sir chiziqlarini aniq o'lchash va loyihalash uchun turli hisobkitob usullari, jumladan, mexanik, matematik va kompyuter modellashdan foydalaniladi.

Avtomobil yo'lari turli xil ta'sirlar va tabiiy omillar ostida ishlaydi. Bu ta'sir Avtomobil yo'lari turli xil ta'sirlar va tabiiy omillar ostida ishlaydi. Bu ta'sir etuvchilar ikki xil ko'rinishda bo'ladi:

1. Yo'l poyi va to'shamasini mustahkamlik va xizmat muddatiga ta'siri;
2. Yo'lning qoplama yuzasida bo'ladigan o'zgarishlarini g'ildirak bilan qoplamani ilashish xususiyatlarini pasayishiga ta'siri.



3.2-rasm. Yo'l to'shamasining tuzilmalarida deformatsiyalanish jarayonlari

Avtomobil yo'llarini transport-ekspluatatsion xolatini baholashda zarur bosqichlardan biri yo'l qoplamasini mustahkamlik darajasini aniqlash bo'lib hisoblanadi.

To'shama mustahkamligi yo'l qoplamasining ravonligiga jiddiy ta'sir ko'rsatib, harakat tezligining ta'minlanishiga va transport vositalarinidan foydalanish samaradorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Qoplamada asta-sekin mustahkamlik pasayishi sababli har xil deformatsiya va buzilishlar paydo bo'ladi.

To'shamalarda sodir bo'ladigan o'zgarish va buzilishlar asosan unga ta'sir. To'shamalarda sodir bo'ladigan o'zgarish va buzilishlar asosan unga ta'sir etuvchi kuchlar hisobiga sodir bo'ladi. Bular ezilish, siljish, to'lqinsimon tarnovsimon izlar va notekis cho'kishlardir. DINA-4FWD nobikr yo'llar qoplamalarining mustahkamligini baholashda ishlatiladigan dinamik yuklanish uskunalarining yangi avlodi. Dina-4 yo'l konstruksiyasining tarang egilishini zarba berish paytida yettita nuqtada o'lchashni ta'minlaydi. Yo'l konstruksiyasining qattiqligiga qarab vertikal yuklanish qiymati 3.0 kN. dan 6.5 kN. gacha regiltirovka qilinadi. Uskunaning ishi to'liq avtomatlashtirilgan. Qoplamaning haroratiga tuzatish kiritiladi. 30-40 sek./o'lchashda ishlash imkoniyatini beradi [4].



3.3-rasm. Asosiy modeli TU 4822-036-93000278-09

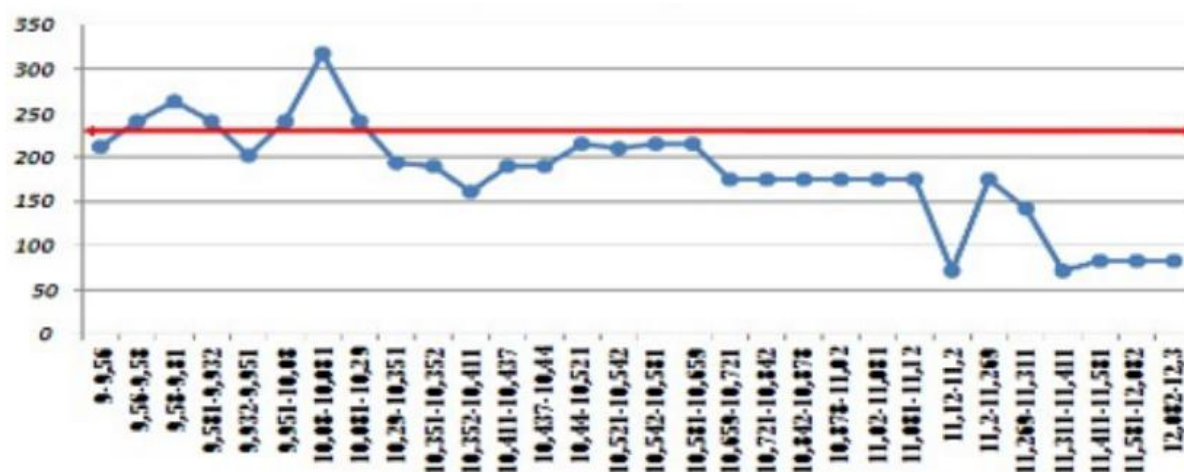
“4R6 Toshkent sh. - Chirchik sh. - Chimyon k” avtomobil yo'lida mustahkamlik ko'rsatgichi o'lchanganda olingan natijalar. Qoplama holati va elastiklik modulini baholash.

Yo'l: 4R6 Toshkent sh.- Chirchiq sh.- Chimyon k, Masofa: 9,000 - 12,300

Diagnostika qilingan yil: 2020, Pribor turi: Dina-4.

3.1-jadval

Boshanish nuqtasi.	Tugash nuqtasi.	Balli baholash	Elastik moduli, MPa		Xafsizlik koeffsinti
			Olingan	Talab qilingan	
1	2	5	6	7	8
9,000	9,560	5,0	212,00	230,00	0,92
9,560	9,580	5,0	241,00	230,00	1,05
9,580	9,581	5,0	263,40	230,00	1,15
9,581	9,932	5,0	241,00	230,00	1,05
9,932	9,951	4,5	202,00	230,00	0,88
9,951	10,080	5,0	241,00	230,00	1,05
10,080	10,081	5,0	317,40	230,00	1,38
10,081	10,290	5,0	241,00	230,00	1,05
10,290	10,351	4,5	194,00	230,00	0,84
10,351	10,352	3,0	190,20	230,00	0,83
10,352	10,411	3,5	161,00	230,00	0,70
10,411	10,437	3,0	190,20	230,00	0,83
10,437	10,440	3,0	190,20	230,00	0,83
10,440	10,521	5,0	215,20	230,00	0,94
10,521	10,542	4,5	210,00	230,00	0,91
10,542	10,580	5,0	215,20	230,00	0,94
10,581	10,659	5,0	215,20	230,00	0,94
10,659	10,721	4,5	175,00	230,00	0,76
10,721	10,842	4,5	175,00	230,00	0,76
10,842	10,878	4,5	175,00	230,00	0,76
10,878	11,020	5,0	175,00	230,00	0,76
11,020	11,080	2,5	175,00	230,00	0,76
11,081	11,120	2,5	175,00	230,00	0,76
11,120	11,200	2,5	71,70	230,00	0,31
11,200	11,269	2,5	175,00	230,00	0,76
11,269	11,311	3,0	142,00	230,00	0,62
11,311	11,411	3,0	72,00	230,00	0,31
11,411	11,580	1,8	82,80	230,00	0,36
11,581	12,081	1,8	82,80	230,00	0,36
12,082	12,300	1,8	82,80	230,00	0,36



3.4-rasm. Dina 4 qurilmasida yo‘l to‘shmasi mustahkamligini o‘lchashda olingan natijalar “4R6 Toshkent sh. - Chirchik sh. - Chimyon q” avtomobil yo‘lida mustahkamlik o‘lchangan natijalar dastlabki 1- km uchastkada mustahkamlik ko‘rsatkichi me’yor darajasida, qolgan 2.3 - km qismi esa talab darajasida emasligi ko‘rinib turibdi, bu qismda mustahkamlik ko‘rsatkichlarini oshirish bo‘yicha ishlar olib borilishi kerak.

Talab qilinadigan elastiklik moduli 3.2- jadvalda ko'rsatilganlardan kichik bo'lmashligi kerak.

3.2- jadval

Yo'l toifasi	Hisobiy yuklamaning ko'proq yuklangan tasmaga qo'yilishining yig'indili minimal hisobiy soni	To'shamaning talab qilinadigan elastiklik moduli MPa		
		Mukam mal	Yengi l	O'tuvchi
I	750000	230	-	-
II	500000	220	210	-
III	375000	200	200	-
IV	110000	-	150	100
V	40000	-	100	50

3.3. Yuk avtomobillarining qoplamaga ta'sirini kamaytiruvchi texnologiyalar

Issiq iqlim sharoitlarida qoplama yuzasiga yuk avtomobillaridan tushadigan yuklama miqdori muhim ahamiyatga ega. Transport vositalari yuqori harakat jadalligi bilan harakatlanganda va og'ir yuk avtomobillarining harakat jadalligi yuqori bo'lganda, g'ildirak izi tez ko'payib boradi. Yuk avtomobillari g'ildiragi va qoplama yuzasining bir nuqtada o'zaro ta'sir vaqti muhim ahamiyatga ega bo'lib, yo'l qoplamasida turli deformatsiyalar hosil bo'lmashligi maqsadida yuk transport vositalari ma'lum bir chegaralangan minimal tezlikda harakatlanishi maqsadga muvofiq.

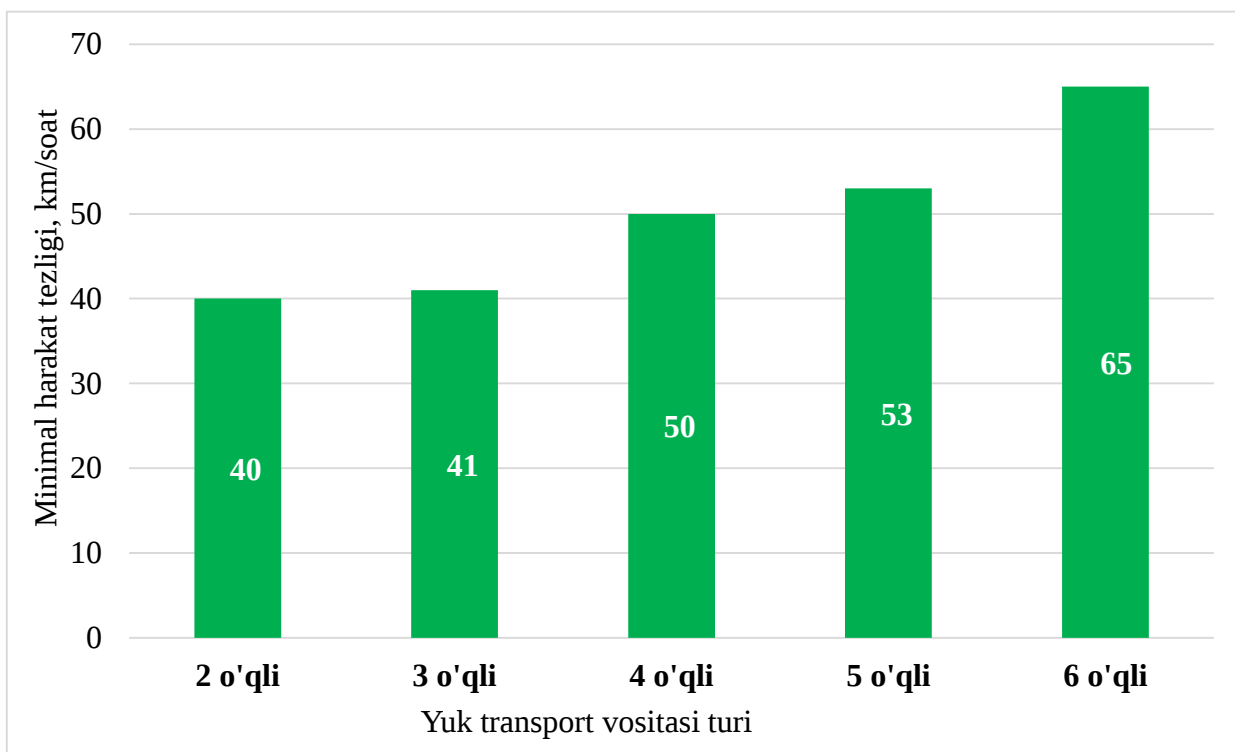
Belgilanadigan minimal tezlik qiymatini hisoblashda transport vositasining tezligi mos ravishda konstruksiya mustahkamlik ko'rsatkichining o'zgarishiga qarab belgilanadi. Eksploatatsiya davrida asfaltbeton ga kuch ta'sir qilish vaqti transport vositasining tezligiga va uning g'ildiraklar oralig'idagi masofa (V)ning qiymatiga bog'liq [35,36].

$$E(v) = E_{\infty} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{\pi b}{2k_B}\right)^2 \cdot v^2}, \text{ MPA} \quad (3.6)$$

Mazkur ifodadan transport vositasining tezligi aniqlanib, og‘ir yuk avtomobilining o‘qlar turiga ko‘ra hisoblashlar amalga oshirildi (3.6) va harakat tezligi chegaralari aniqlandi:

$$v = \frac{2kB}{E_{\infty} \cdot \pi \cdot b} \cdot \sqrt{E(v)^2 - E_{\infty}^2}, \text{ km/soat} \quad (3.7)$$

Yuk avtomobillarining o‘qlari turiga qarab, harakatlanish tezligi chegaralari 2.15-rasmda keltirib o‘tildi.



3.5 - rasm. Yuk avtomobillarining o‘qlari turiga ko‘ra harakatlanish tezligi chegaralari

Ushbu tezliklar yo‘lining to‘g‘ri kesimida, odatiy harakatlanish sharoiti uchun tavsiya etiladi. Alohida holatlar, ya’ni nazorat punktiga kirib kelish va undan chiqib ketish qismlari, to‘xtash joylari va shunga o‘xshash hududlar bundan mustasno. Nazorat punktlari va to‘xtash joylarida qattiq qoplama qo‘llanishi zarur.

Qattiq to‘shamali yo‘llarda hosil bo‘ladigan g‘ildirak izlari, yo‘l to‘shamalarini hisoblashning ko‘plab usullarida qabul qilingan birinchi mezondir. Yo‘llarning transport talablarini ta’minlash uslubi shakllanadigan g‘ildirak izlarini o‘lchashning o‘rtacha chuqurligini va standart og‘ishning kattaligini aniqlash tenglamalarini o‘z

ichiga oladi. T. Vatanatada tomonidan olib borilgan tadqiqotlarga ko'ra, g'ildirak izlarining o'rtacha chuqurligi quyidagicha aniqlanadi:

$$H_{kol} = T_{sl}^{0,166} \cdot M^{-0,502} \cdot K_{upl}^{2,30} \cdot N^c \quad (3.8)$$

bu yerda H_{kol} – g'ildirak izlarining o'rtacha chuqurligi, mm;

T_{sl} – yo'l qoplamasining yotqizilgan yoki ta'mirlangan paytdan boshlab xizmat muddati, yillar;

M_{od} – yo'l to'shamasi mustahkamligining umumlashgan modifikatsiyalangan ko'rsatkichi;

K_{upl} – AASHTO uslubi bo'yicha standartga nisbatan qoplamaning zichlanish darajasi. Masalan, modifikatsiyalangan usul bo'yicha 98% zichlik 1 zichlanish darajasiga mos keladi.

N^S – o'qlarning umumiy soni 80 KN, keltirilgan yuklarning ekvivalent soni.

$$C = 0.0902 + 0.0384l - 0.009K_p + 0.00158P_{\omega_{summ}} \quad (3.9)$$

bu yerda l – Benkelmann asbobi bilan o'lchanadigan qoplamaning 80 km o'qli yuklamada egilishi, MM;

K_p – ta'mirlashdan keyingi qoplamaning nisbiy holati. Mukammal ta'mirdan chiqarilgan qoplamalar uchun $K_p = 1$, yangi qo'yilgan qoplamalar uchun $K_p = 0$;

P – o'rtacha yog'ingarchilik, m/oy;

$\omega_{summ} = 0.62\omega_{mp} + \omega_{shm}$ – keltirilgan yoriqlar maydoni, %;

ω_{mp} – yoriqli uchastkalar nisbiy maydoni, %;

ω_{shm} – keng yoriqlarning nisbiy maydoni, %.

Qattiq qoplamali yo'lda g'ildiraklar bo'ylama izi g'ildiraklarning jamlangan tasmalarida (qoplama yoki asos gruntining zichlanishi natijasida yuzaga keladigan izlar) kichik bo'ylama chuqurliklar ma'nosini anglatadi. Bu ibora, masalan, DORNII–Ivanov tomonidan 1940-yillar boshida taklif qilingan yo'l to'shamalarining qalinligini hisoblashning ayrim usullarida to'shamalarning maksimal ruxsat etilgan qoldiq egilishi to'shamalarning mustahkamligi mezonlari sifatida qabul qilinganligi sababli yo'l to'shamalarining bahorgi zaiflashuvi davrida

avtomobillar ketma-ket o'tishi bilan asta-sekin to'planib boradi, degan fikrini aks ettiradi.

Yo'l qoplamalarida noravonlikning oshishini prognoz qilish uchun bir qator usullar taklif qilindi. T. Vatanatada yo'lning transport sifatini ta'minlash usuli quyidagi formula bo'yicha yo'l to'shamalarida noravonliklar o'sishini prognoz qilishni taklif qiladi.

$$S_g = 134 \exp(0.023 T_{sl}) M_{def}^{-5,0} N_{ekv} + 0,114 N_{kol} + 0,0066 \delta_{mr} + 0,42 \delta_{vblb} + 0,023 S \quad (3.10)$$

S_g –deformatsiya to'planishi natijasida IRI xalqaro indeksi ko'rsatkichining yillik o'sishi, m/km;

T_{sl} – qoplamani yotqizish yoki ta'mirlashdan keyingi yillar soni;

M_{def} – to'plangan deformatsiyalarni hisobga olgan holda yo'l to'shamasi mustahkamligining modifikatsiyalangan umumiy ko'rsatkichi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$M_{def} = 1 + M_{od} - 0,0000758 N_{mp, \omega_{cumm}} \quad (3.11)$$

M_{od} – qurilishdan keyingi yo'l to'shamasi mustahkamligining modifikatsiyalangan umumiy ko'rsatkichi;

N_{mp} , – yorilgan qoplama qatlamining qalinligi, mm;

ω_{cumm} – yoriqlardan ta'sirlangan qoplama maydoni, umumiy maydonning %;

N_{ekv} – bir yilda bir tasmadan o'tgan avtomobillarning umumiy soni 80 kN o'qqa tushadigan ekvivalent yuklar;

N_{kol} – iz chuqurligi o'rtacha kvadratik og'ishining ortishi, mm;

δ_{vblb} – chuqurliklar ta'siri qamrab olgan maydonning ortishi;

δ_{mr} – yoriqlardan ta'sirlangan qamrov maydonining o'sishi, %

S – yil boshidagi xalqaro ravonlik ko'rsatkichi indeksining qiymati.

Fransiyada o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida, haddan tashqari yuklangan yuk avtomobili o'qlari nobikir qoplamalarga 40 % dan, yarim qattiq qoplamalarga esa 88 % dan ko'proq agressiv ta'sirni kuchaytirishi aniqlandi. Haddan tashqari yuklangan yuk avtomobillaridan butunlay voz kechishning iloji bo'lmasa, ularning

sonini kamaytirish tavsiya etiladi. Yuk mashinalari harakatining zararli ta'sirini 25 % ga kamaytirish, har yili asosiy yo'l tarmog'ini saqlashdan 80 million, qurilishdan esa 45 million funt sterling tejashga olib keladi.

Tadqiqotlarga ko'ra, transport oqimi tarkibida yuk avtomobillarining 10 % dan 25 % gacha qismida o'qlar ruxsat etilgan chegaradan oshib ketadi. Amerika davlat avtomobil yo'llari va transport xodimlari assotsiatsiyasi (AASHTO) sinovlar natijasida ortiqcha yuk qoplamaning mustahkamligiga ta'sirini aniqladi. Bu ta'sir haqiqiy yuklarning ruxsat etilganidan taxminan 4,5 marta oshishiga mutanosib, ya'ni yukning uchdan bir qismiga oshishi bilan qattiq bo'lmagan qoplamaning chidamliligi taxminan 4 barobar kamayadi. Bitta o'qqa yukning ikki baravar ko'payishi qoplama chidamliligining 24 – 25 barobar kamayishiga olib keladi. Bu avtomobil o'qi yuklarining ko'payishi yo'l qoplamasiga zarar yetkazishini ifodalaydi.

2020-yil dekabr oyida O'zbekiston Respublikasi Toshkent viloyati hududida yuk transport vositalarini nazorat qilish ishlari olib borildi. Dekabr oyida umumiy 583 ta transport vositasi nazoratdan o'tkazildi. Shulardan 238 ta transport vositasi me'yoridan ortiq yuklanganligi aniqlandi, bu nazoratdan o'tkazilgan transport vositalarining 41 % ni tashkil etdi.

Respublika hududi bo'ylab yozgi davrda, ayniqsa janub, cho'l mintaqalarida juda issiq havo harorati kuzatiladi. Havo harorati isishiga mos ravishda avtomobil yo'li qoplamasi yuzasi ham undan-da sezilarli darajada yuqori haroratga ega bo'ladi. Buning natijasida og'ir vaznli yuk transport vositalari harakatlanishi yo'lining mustahkamligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shu maqsadda yozgi issiq harorat sharoitida ma'lum bir vaqt yuk transport vositalari harakatini cheklash tavsiya etiladi.

Rossiyada 5-iyuldan yuk transport vositalari uchun yozgi cheklovlar kuchga kiradi, bu esa issiqda yuk mashinalarining harakatlanishini taqiqlashni nazarda tutadi. Havo harorati 32 °C darajadan yuqori bo'lsa, yuk mashinalari federal yo'llar bo'ylab faqat tunda harakatlanishi mumkin.

Belorussiyada umumiy foydalanish yo‘llarida harakatlanadigan transport vositalarining yuklariga 2020-yil 1-iyuldan 20-sentabrgacha vaqtinchalik cheklovlar kuchga kirdi, cheklovlar faqat havo harorati 25 °C dan yuqori bo‘lsa, soat 11:00 dan 20:00 gacha amal qiladi. Asfaltbeton qoplamali respublika avtomobil yo‘llarida harakatlanayotganda, transport vositalarining bitta o‘qiga maksimal ruxsat etilgan yuk 6 tonnadan oshmasligi kerak.

Avstriyada 11-iyundan boshlab, soat 00:00 dan 10:00 gacha umumiy og‘irligi 7,5 tonnadan ortiq bo‘lgan yuk mashinalariga nisbatan cheklov qo‘llaniladi.

Italiyada 11-iyundan boshlab, soat 00:00 dan 10:00 gacha umumiy og‘irligi 7,5 tonnadan ortiq bo‘lgan yuk mashinalarining harakatlanishiga taqiq o‘rnatiladi.

O‘zbekiston Respublikasi hududida yozgi cheklash muddatini belgilashda quyidagi hisoblashlar amalga oshirildi.

Havo haroratiga mos ravishda qoplama haroratining qiymati quyidagi formula yordamida ifodalanadi:

$$T = 54,32 + 0,78 \cdot T_{cp} - 0,0025(Lat)^2 - 15,14 \log_{10}(H + 25) + Z \cdot (9 + 0,61 \cdot s^2)^{0,5} \quad (3.12)$$

bu yerda T – qoplamaning maksimal hisobiy harorati, °C;

T_{cp} – o‘rtacha havo harorati, °C;

Lat – geografik uzunlik, °C;

H – qoplama yuzasida g‘ildirak izi chuqurligi, mm;

Z – standart normal taqsimotning jadval qiymati (98 % ehtimollik uchun $Z=2,055$; 50 % ehtimollik uchun $Z=0$);

S – yetti kunlik haroratning standart og‘ishi.

Yetti kunlik haroratning standart og‘ishi qiymati quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(T_i - T_{cp})^2}{n-1}} \quad (3.13)$$

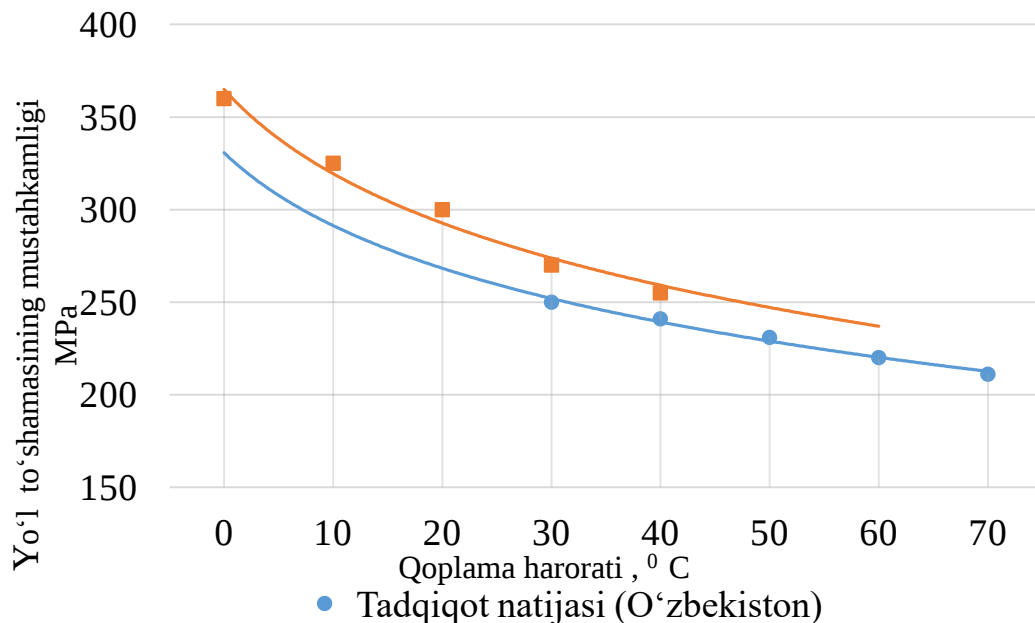
bu yerda n – kuzatuv yillari soni;

T_{cp} – o‘rtacha havo harorati, °C;

T_i – (i) kuzatish yilidagi yetti kunlik havo harorati, °C.

$$s = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(T_i - T_{cp})^2}{n-1}} = \sqrt{\sum_{i=1}^2 \frac{(41-40)^2}{2-1}} = 1 \quad (3.14)$$

(3.14) ifoda orqali qoplamaning maksimal harorati va havo harorati orasida bog‘liqlikdan kelib chiqib, havo haroratining tadqiqot natijalarida aniqlangan asfaltbeton qoplamasi mustahkamligining kritik chegarasidagi haroratga mos qiymati 24 °C ekanligi kelib chiqadi (3.6-rasm).



3.6 - rasm. Qoplama haroratining yo‘l to‘shasi mustahkamligiga ta’siri

Amaldagi me’yoriy hujjatlarda asfaltbeton qoplamasining elastik egilishga bo‘lgan mustahkamligini qoplamaning harorati 50 °C etib belgilangan holda hisoblash ishlari amalga oshiriladi.

Shuni inobatga olgan holda havo harorati 24 °C dan yuqori bo‘lgan quyidagi muddatlarda yuk-transport vositalarining harakatlanishini cheklash tavsiya etiladi:

- May (soat 10⁰⁰-19⁰⁰);
- Iyun (soat 9⁰⁰-20⁰⁰);
- Iyul (soat 9⁰⁰-21⁰⁰);
- Avgust (soat 10⁰⁰-19⁰⁰);
- 1 sentyabr 2021-16 sentyabr 2021 (soat 11⁰⁰-18⁰⁰).

Og‘ir yuk avtomobillarining yo‘l qoplamasiga ta’sirini kamaytirishda transport vositasi g‘ildiragining asfaltbeton qoplama yuzasi bilan o‘zaro ta’sir vaqtini

kamaytirish maqsadida minimal harakat tezligi tavsiya etildi. Unga ko‘ra yuk-transport vositasining o‘qlar soni ortishiga muvofiq minimal harakatlanish tezligi ham yuqori bo‘lishi aniqlandi. Shuningdek, O‘zbekiston Respublikasida so‘nggi 30 yildagi iqlim ma’lumotlariga asoslanib, respublika hududidagi haroratni hisoblash natijalariga ko‘ra, qoplamaning yozgi davrdagi eng yuqori harorati Qashqadaryo, Surxondaryo va cho‘l mintaqalarida kuzatildi.

Respublika hududini mintaqalashtirish natijasida hududlarda turli chora-tadbirlar samarali yechim sifatida qabul qilinadi, jumladan:

- harorat qiymatiga ko‘ra kunning ma’lum vaqtida og‘ir yuk-transport vositalari harakatini cheklash;
- yuk-transport vositasining o‘qlar bo‘yicha turiga ko‘ra minimal harakatlanish tezligini belgilash;
- harorat mintaqasiga ko‘ra asfaltbeton qoplamasi turini tanlab qurilish-ta’irlash ishlarini olib borish.

Qoplamaning chegaraviy chidamliligini aniqlaydigan asfaltbeton tarkibining eng muhim ko‘rsatkichlariga deformatsiya va harorat ta’sirida yopishqoqlik bog‘liqligini tavsiflovchi qo‘shimcha ko‘rsatkichlar kiradi. Ushbu ko‘rsatkichlar Ushbu ko‘rsatkichlar GOST 12801-98 ga muvofiq belgilangan 3 mm/min deformatsiya darajasi bo‘yicha siqilish paytida standart kuch ko‘rsatkichlaridan foydalangan holda belgilanadi.

Qoplamadagi plastiklik koeffitsiyenti quyidagi formula orqali topiladi:

$$m = \frac{(\ln R_{50}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln 50 - \ln 3)} = \frac{(\ln R_{50}^{50} - \ln R_{50}^3)}{(\ln t_{t3} - \ln t_{t50})} \quad (3.15)$$

Bu yerda:

R_{50}^{50}, R_{50}^3 – 50 °C da siqish paytida kuch ko‘rsatkichlari ikki xil deformatsiya tezligida (mos ravishda 50 va 3 mm/min), MPa;

$\ln 50 - \ln 3$ – namunalarning yuk ko‘tarishi, mos ravishda 3 va 50 mm/min, s;

t_3, t_{50} – namunaning yuk ko‘tarish vaqti, mos ravishda press porshenining erkin turish tezligi 3 va 50 mm / min, s.

Qovushqoq plastik buzilishning aktivlashadigan energiyasi U , (kJ/mol) 20 °C va 50 °C haroratlarda siqilishga mustahkamlik ko‘rsatgichlari asosida hisoblanadi:

$$U = \frac{26.254(\ln R_{20} - \ln R_{50})}{m} \quad (3.16)$$

bu yerda: R_{20}, R_{50} – 20 °C va 50 °C haroratdagi siqilishga mustahkamligi, MPa.

50 mm/min tezlikda siqish uchun balandligi 71,4 mm bo‘lgan silindrsimon asfalt-beton namunalarini sinovdan o‘tkazishda surilishga qarshilik gradienti quyidagilarga teng olinadi:

$$\gamma_d^l = \frac{1}{3} * \frac{50}{71.4} * \frac{1}{60} = 0.0039 \text{C}^{-1} \quad (3.17)$$

Qoplamaning taxminiy xizmat muddati 5 yil yoki 5760 soat qiymatida rejalashtirilgan. Mashinalar g‘ildiraklari bitta izdan yurishlar soni koeffitsiyenti 0,2 deb olingan.

Asfaltbeton qoplamasining maksimal haroratini aniqlashda asos qilib havo haroratining maksimal absolyut qiymati olinadi va uning ta‘minlanganligi 1 ga teng. Yo‘l qoplamasi yuzasidan 2 sm chuqurlikdagi asfaltbetonning maksimal hisobiy harorati 95% aniqlikda quyidagi emperik formula orqali aniqlanadi:

$$T_{n+} = -0.0306T_{\max}^2 + 3.8071T_{\max} - 39 \quad (3.18)$$

bu yerda:

T_{n+} – asfaltbeton qoplamaning eng yuqori harorati, °C

$T_{\max}$ – yo‘l iqlim mintaqasidagi havo haroratining eng yuqori qiymati, °C

Minimal qoplama harorati O‘zbekiston hududiga moslashtirilgan formula tomonidan hisoblandi:

$$T_{n-} = 0.859T_{\min} + 1.7 \quad (3.19)$$

bu yerda:

T_{n-} – 5 kunlik tashqi havo harorati 0,98 °C gacha.

Qoplama haroratini maksimal va minimal qiymatlar oralig‘ida taqsimlash ehtimoli eng yaqin ob-havo stansiyasi ma’lumotlariga ko‘ra, ma’lum bir hududdagi havo haroratini ko‘p yillik kuzatishlar asosida aniqlanadi. Haroratning chastota

taqsimoti ma'lum bir haroratda qoplama ishlash vaqtining asfaltbeton qoplamasi umumiy taxminiy xizmat qilish muddatiga nisbati bilan tavsiflanadi.

Meteorologik ma'lumotlar mavjud bo'lmaganda, trapetsiya shakliga mos tushadigan, maydoni 1 ga teng qoplama harorati taqsimotining empirik egrisiga amal qilish lozim. Matematik jihatdan bu bog'liqlik quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$P(T) = \frac{T - T_{n-} + 2}{12(T_{n+} - T_{n-} - 8)} \quad (3.20)$$

$$P(T) = \frac{1}{(T_{n+} - T_{n-} - 8)} \quad (3.21)$$

$$P(T) = \frac{1}{(T_{n+} - T_{n-} - 8)} - \frac{T - T_{n-} + 2}{12(T_{n+} - T_{n-} - 8)} \quad (3.22)$$

Raqamli integratsiya formula bo'yicha qoplamaning maksimal va minimal loyiha harorati oralig'ida amalga oshiriladi, misol uchun, 70 ° C diskret qoplama harorati uchun plastik deformatsiyani hisoblash berilgan:

$$\gamma = t_p \gamma_d \left[\frac{\tau_{max} - p \operatorname{tg} \varphi}{C_d} \right]^{1/m} \exp \left[-\frac{U}{R} \left(\frac{1}{273.15 + T} - \frac{1}{T_l} \right) \right] \quad (3.23)$$

bu yerda:

bu yerda t_p – taxminiy yuk harakati vaqti, s ;

γ_d – asfaltbeton namunalarini laboratoriyada sinovdan o'tkazishda qaytarilmas surilishga chidamlilik gradiyenti, s⁻¹;

τ_{max} – maksimal kesish kuchlanishi, MPa;

p – hisoblangan yukning o'ziga xos bosimi, MPa;

$\operatorname{tg} \varphi$ – asfaltbetonning ichki ishqalanish ko'effitsiyenti;

C_d – asfaltbetonning ilashish ko'rsatkichi, MPa;

m – plastiklik ko'effitsiyenti;

U – asfaltbetonning yopishqoq plastmassa deformatsiyasi va buzilishining faollashuv energiyasi, kJ/mol;

R – gaz doimiysi 0,008314 kJ/°Kmol;

T_{n+} – qoplamaning maksimal hisoblangan harorati, °C;

T_l – laboratoriyada sinov namunalarining absolyut harorati, 323,15 °K (50 °C).

Yuqori haroratli ekspluatatsion sharoitlardagi qoplamada plastik g'ildirak izlarining kelib chiqishi asfaltbeton qorishmasi surilishga chidamliligi va yuqori

haroratda siqilishga mustahkamligi hisobiga tadqiqotda sinov harorati 50 °C da – 0.0899%, 60 °C da – 0.7026%, 70°C da – 1.5744% bo‘lishi prognoz qilindi.

Plastik g‘ildirak izlarining chuqurligini aniqlash formulasi

$$\delta = \frac{9h^2 \gamma}{2L} \quad (3.24)$$

bu yerda:

h-qatlam qalinligi;

L-uzunlik;

γ – plastik deformatsiya.

O‘rganilgan ma’lumotlarni va olingan natijalarni inobatga olgan holda avtomobil yo‘lining mustahkamlik ko‘rsatkichini va xizmat muddatini oshirish bo‘yicha quyidagi tavsiyalar berish mumkin bo‘ladi:

- Avtomobil yo‘llarida tarozi nazorat punktlarini o‘rnatish.
- Yuqori haroratli iqlim sharoitida yuk avtomobillari harakatini vaqtinch cheklash.
- Avtomobil yo‘llarida g‘ildirak izini keltirib chiqaruvchi omillarni oldini olish.
- Qorishma tarkibidagi bog‘lovchi materiallarni yuqori haroratga chidamliligini oshirish.
- Avtomobil yo‘llaridagi harakat jadalligini nazorat qilish.
- Avtomobil yo‘llarini qurishda sifat nazoratiga alohida e’tibor qaratish.
- Siqilgan sterjen tashqi siquvchi kuchga yetarlicha qarshilik ko‘rsata olishiga ishonish uchun quyidagi shartlar ta’minlangan bo‘lishi kerak.
- Mustahkamlik sharti:

$$\sigma = \frac{P}{F_{net}} \leq [\sigma], \text{ bunda } [\sigma] = \frac{\sigma_n}{n_y}$$

- Ustuvorlik sharti:

$$\sigma = \frac{P}{F_{Brut}} \leq [\sigma_y], \text{ bunda } [\sigma_y] = \frac{\sigma_k}{n_y}$$

bunda n – mustahkamlik uchun berilgan ehtiyot koeffitsienti;

n_u – ustuvorlik uchun berilgan ehtiyot ko'effitsienti.

Amalda hisoblash ishlarini osonlashtirish maqsadida ustuvorlik ruxsat etilgan kuchlanish $[\sigma_u]$ bilan, mustahkamlik esa ruxsat etilgan kuchlanish $[\sigma]$ bilan bog'lanadi, bundan

$$\varphi = \frac{[\sigma_y]}{[\sigma]} = \frac{\sigma_k \cdot n}{n_y \cdot \sigma_M}; \quad [\sigma_y] = \varphi [\sigma] \quad (3.25)$$

Bunda φ – mustahkamlik uchun berilgan asosiy ruxsat etilgan kuchlanishni kamaytirish ko'effitsienti. (3.25) formuladan ko'rinadiki, φ ko'effitsient faqat sterjenning materiali va uning egiluvchanligiga bog'liqdir. Har bir material uchun φ ko'effitsient (3.26) formulalardan, ya'ni qabul qilingani, n , n_u va σ_m hamda shu material uchun σ_k va λ orasidagi bog'lanishdan foydalanib aniqlanadi.

Shunday qilib, siqilgan sterjenlarning ustuvorlik sharti quyidagicha yoziladi:

$$\sigma = \frac{P}{F_{Brutto}} \leq \varphi [\sigma] \quad (3.26)$$

Sterjenning egiluvchanligiga bog'lab, φ ko'effitsientning miqdorlari uchun jadval tuziladi. Bunday jadvallar spravochniklarda beriladi. Masalan, qurilish me'yorida berilgan bunday jadval 1 - jadvalda keltirilgan.

Agar siqilgan sterjenning ko'ndalang kesim o'lchamlari ma'lum bo'lsa, uning ustuvorligini (2) formulaga asosan tekshirish uncha qiyin emas, dastavval r_{min} inersiya radiusi va $\lambda = \frac{\ell_{ken}}{r_{min}}$ egiluvchanlik hisoblanib, 1- jadval bo'yicha φ ko'effitsient topiladi, so'ngra ustuvorlik uchun ruxsat etilgan kuchlanish $[\sigma_y] = \varphi [\sigma]$ formuladan aniqlanadi. Agar siqilgan sterjenlarning ko'ndalang kesimlarini tanlashga to'g'ri kelsa, u holda masala ketma-ket yaqinlashish yo'li bilan yechiladi, chunki (2) formulaga ikkita noma'lum F_{brutto} bilan φ miqdorlar kiradi.

φ koeffitsientini topish jadvali

Egiluvchanlik Λ	Po'latlar St. 2, St.3, St 4	Po'lat St. 5	Maxsus po'lat $\sigma_{oq} = 32$ $\cdot 10^4 \text{ N/sm}^2$	Cho'yan	Yog'och
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10	0,99	0,98	0,97	0,97	0,99
20	0,96	0,95	0,95	0,91	0,97
30	0,94	0,93	0,91	0,81	0,93
40	0,92	0,89	0,87	0,69	0,87
50	0,89	0,86	0,83	0,57	0,80
60	0,86	0,82	0,77	0,44	0,71
70	0,81	0,76	0,72	0,34	0,60
80	0,75	0,70	0,65	0,26	0,48
90	0,69	0,62	0,55	0,20	0,38
100	0,60	0,51	0,43	0,16	0,31
110	0,52	0,43	0,35	-	0,25
120	0,45	0,39	0,30	-	0,22
130	0,40	0,33	0,26	-	0,18
140	0,35	0,29	0,23	-	0,16
150	0,32	0,26	0,21	-	0,14
160	0,29	0,24	0,19	-	0,12
170	0,26	0,21	0,17	-	0,11
180	0,23	0,19	0,15	-	0,10
190	0,21	0,17	0,14	-	0,09
200	0,19	0,16	0,13	-	0,08

Nazorat savollari

1. Siqilishdagi zo'riqishlar nima va ular avtomobil yo'llarida qanday hosil bo'ladi?
2. Ta'sir chiziqlari nima va ularning asosiy vazifasi qanday?
3. Yo'l konstruktsiyasining asosiy qatlami qanday vazifani bajaradi?
4. Statik va dinamik yuklanishlar o'rtasidagi farqni tushuntiring.
5. Ta'sir chiziqlarini chizishda qaysi fizik qonunlardan foydalaniladi?
6. Siqilish zo'riqishlarining yo'l materiallariga ko'rsatadigan ta'siri qanday omillarga bog'liq?
7. Ma'lum yuklanish sharoitida yo'l qatlami uchun ta'sir chizig'ini qanday aniqlash mumkin?

8. Materialning elastiklik moduli ma'lum bo'lsa, siqilish zo'riqishini qanday hisoblash mumkin?
9. Avtomobil yo'llarida yuklanish taqsimotini yaxshilash uchun qanday usullar qo'llaniladi?
10. Chegaraviy holatni aniqlash uchun qanday sinov usullari ishlatiladi?

4 - BOB. YO‘LLARDAGI SUN’IY INSHOOTLAR MATERIALLARINING CHO‘ZILISHI VA SIQILISHIDA STATIK NOANIQ SXEMALARI

4.1. Yo‘llardagi sun’iy inshootlarda cho‘zilish va siqilish jarayonlari

Sun’iy inshootlar. Yo‘llardagi sun’iy inshootlar (masalan, ko‘priklar, tunnellar va tayanch devorlar) ko‘p hollarda murakkab yuklanishlarga duch keladi. Ushbu inshootlarning mustahkamligi va ishonchliligini ta’minlash uchun ular qanday materiallardan tayyorlanganligi va yuk ta’sirida qanday xatti-harakatlarni namoyon etishi tahlil qilinishi zarur. Ayniqsa, cho‘zilish va siqilish jarayonlari, shuningdek, statik noaniq sxemalar bilan bog‘liq muammolar muhim o‘rin tutadi.

Sun’iy inshootlar materiallari. Yo‘l inshootlari uchun ishlatiladigan asosiy materiallar:

Beton. Yaxshi siqilish chidamlilikga ega, deformatsiyaga bardoshliligi kamligi bilan ajralib turadi. Ko‘pincha armatura bilan mustahkamlanadi.

Metall. Yuqori cho‘zilish va siqilish chidamliligiga ega. Ko‘priklar va boshqa dinamik yuklangan inshootlar uchun ishlatiladi.

Kompozit materiallar. Yengil va mustahkamligi bilan ajralib turadi.

Asosan, zamonaviy yo‘l qurilishida qo‘llaniladi.

Cho‘zilish va siqilish jarayonlari

Materiallarning yuklanish ostida bo‘ylama deformatsiyasi cho‘zilish va siqilish deb ataladi. Bu jarayonlar quyidagi tarzda kuzatiladi:

Cho‘zilish: Tashqi kuch ta’sirida materialning uzunligi ortadi, ko‘ndalang kesimi esa qisqaradi.

Siqilish: Tashqi kuch ta’sirida materialning uzunligi kamayadi, ko‘ndalang kesimi esa kengayadi.

Matematik ifodalar:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (4.1)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (4.2)$$

bu yerda:

- σ – zo‘riqish (Pa),
- F – kuch (N),
- A – ko‘ndalang kesim yuzasi (m^2),
- ε – nisbiy deformatsiya,
- L – dastlabki uzunlik (m),
- ΔL – uzunlikning o‘zgarishi (m).

Statik noaniq sxemalar. Statik noaniq sxemalar – yuklanish ta’sirida inshootning deformatsiyasi va reaksiyalarini aniqlash uchun faqat statik tenglamalar yetarli bo‘lmagan hollardir. Bu holatlar asosan:

- Ko‘priklarda ko‘p tayanch nuqtalar mavjud bo‘lganda;
- Tunnel va tayanch devorlarda murakkab yuklanish taqsimoti yuzaga kelganda;
- Materiallar noelastik xususiyatlarga ega bo‘lganda kuzatiladi.

Statik noaniq sxemalar quyidagi usullar yordamida tahlil qilinadi: - Elastiklik nazariyasi: Material deformatsiyasining elastiklik chegarasidagi xatti-harakatini aniqlash uchun ishlatiladi.

- Energiya usullari: Yuk ta’sirida materialda hosil bo‘ladigan energiya o‘zgarishlarini tahlil qilish. - Kompyuter modellashtirish: Murakkab inshootlar uchun hisoblash ishlarini avtomatlashtiradi (masalan, ANSYS yoki SAP2000 dasturlari).

ANSYS va SAP2000 dasturlari haqida ma'lumot Yo‘l inshootlari va boshqa muhandislik konstruksiyalarini tahlil qilishda ishlatiladigan mashhur dasturlar orasida ANSYS va SAP2000 alohida o‘rin egallaydi. Ular inshootlarning statik, dinamik va termal xususiyatlarini tahlil qilish uchun kuchli vositalar hisoblanadi.

4.2. Yo‘llardagi sun’iy inshootlarni tahlil qiluvchi ANSYS dasturi

Bugungi kunda ANSYS nihoyatda kuchli va qulay dasturlardan biri hisoblanadi. Uning har bir yangi versiyasi paketning imkoniyatlarini kengaytiradi va yangilarini

qo'shadi, bu esa dasturni tezkor, moslashuvchan va qulayroq qiladi. Bu xususiyatlari foydalanuvchilarga zamonaviy sanoat ishlab chiqarishining uzluksiz o'sib borayotgan talablarini qondirish imkonini beradi.

ANSYS dasturi - bu moslashuvchan, ishonchli loyihalash vositasi va mustahkamlik, issiqlik, akustika, suyuqlik va gaz dinamikasi masalalarini yechish uchun qo'llaniladigan element dasturidir. Yangi boshlovchilar uchun ham, tajribali foydalanuvchilar uchun ham bu dastur quyidagilarga qodir bo'lgan uzluksiz kengayib borayotgan hisoblash vositalari ro'yxatini taklif etadi.

ANSYS dasturi, boshqa SAE-tizimlarning katta qismi kabi, fizik masalalarni yechishning sonli usulini - chekli elementlar usulini (ChEU) amalga oshiradi.

Chekli elementlar usuli fizika va texnikada uchraydigan xususiy hosilali differensial tenglamalarni yechishning sonli usulidir. Bu usulning paydo bo'lishi o'tgan asrning o'rtalarida (1950 y.) kosmik tadqiqotlar muammolarini hal qilish zarurati bilan bog'liq edi. Metodning nazariy ishlab chiqilishiga 1963-yilda Melosh muhim hissa qo'shdi, u chekli elementlar metodini yaxshi ma'lum bo'lgan Reley-Rits metodining variantlaridan biri sifatida qarash mumkinligini ko'rsatdi.

ChEUning minimallashtirish protsedurasi bilan bog'liqligi uni texnikaning boshqa sohalaridagi masalalarni yechishda keng qo'llanilishiga olib keldi. Usul Laplas yoki Puasson tenglamalari bilan tavsiflangan masalalarga qo'llanilgan. Bu tenglamalarni yechish biror funksionalni minimallashtirish bilan ham bog'liq. Dastlabki nashrlarda chekli elementlar usuli yordamida issiqlik tarqalishi masalalari yechilgan. Keyin usul gidromexanika masalalariga qo'llanildi.

Qurilish mexanikasi, issiqlik tarqalishi, gidromexanika masalalarida konstruksiya elementlarini aniqlovchi tenglamalarni Galyorkin usuli yoki eng kichik kvadratlar usuli kabi muallaq nomuvofiqliklar usulining variantlari yordamida osongina olish mumkinligi ko'rsatilgandan so'ng, MKEning qo'llanilish sohasi sezilarli darajada kengaydi. Bu faktning aniqlanishi chekli elementlar usulini nazariy asoslashda muhim rol o'ynadi, chunki uni har qanday differensial tenglamalarni yechishda qo'llash imkonini berdi.

ANSYS – bu muhandislikda qo‘llaniladigan universal hisoblash dasturi bo‘lib, asosan, har xil fizikaviy muammolarni (masalan, statik, dinamik, termal, elektr va suyuqlik muhit tahlillari) yechishda qo‘llaniladi. ANSYS asosan, murakkab inshootlar va materiallarning elastiklik va plastiklik xususiyatlarini tahlil qilish uchun ishlatiladi.

ANSYS dasturining imkoniyatlari:

- Statik va dinamik tahlil: Yuklanish ta’sirida konstruksiyalarning holatini aniqlash.
- Termal tahlil: Harorat o‘zgarishlari materiallarga qanday ta’sir qilishini o‘rganish.
- Ko‘p materialli modellashtirish: Beton, metall va kompozit materiallarning kombinatsiyasini hisoblash.
- Deformatsiya va zo‘riqish tahlili: Konstruksiyalarda hosil bo‘ladigan cho‘zilish, siqilish va bukilishlarni tahlil qilish.
- Murakkab geometrik shakllarni o‘rganish: Har qanday shakldagi konstruksiyalarni modellashtirish imkoniyati.

Qo‘llanilishi:

- Ko‘prik va tayanch devorlar loyihalash.
- Yo‘l va tunnel konstruksiyalarining chidamliligini tahlil qilish.
- Mexanik, aerokosmik va avtomobilsozlik tarmoqlarida material tahlillari.

Afzalliklari:

- Yuqori aniqlikdagi natijalar.
- Keng fizikaviy modellarni qo‘llab-quvvatlash.
- Integratsiyalashgan hisoblash muhiti.

ANSYS firmasining dasturiy vositalar majmuasi ko‘p jihatdan o‘xshash bo‘lgan va foydalanuvchining keng qamrovli muhandislik masalalarini yechishdagi ehtiyojlarini qondirish uchun mo‘ljallangan qulay, ko‘p maqsadli hisoblash komponentlari oilasidan tashkil topgan.

ANSYS/Mechanical loyiha ishlanmalarini amalga oshirish, tahlil qilish va optimallashtirish, konstruksiyalar mustahkamligi (ANSYS/Structural), issiqlik

uzatish (ANSYS/Thermal) va akustikaning murakkab masalalarini yechish uchun keng imkoniyatlarni taqdim etadi. Loyihalash ishlarining to'g'riligini tekshirishni ta'minlaydigan ushbu dastur siljishlar, kuchlanishlar, kuchlar, harorat va bosimlar hamda boshqa muhim ko'rsatkichlarni aniqlash uchun kuchli vositadir. ANSYS/Structural turli xil chiziqsizliklarni, jumladan geometrik va fizik chiziqsizliklar, chekli elementlarning chiziqli bo'lmagan xatti-harakatlari va barqarorlikning yo'qolishini hisobga olgan holda konstruksiyalarning murakkab mustahkamlik tahlilini o'tkazadi. U katta va murakkab hisoblash modellarining xatti-harakatlarini aniq modellashtirish uchun qo'llaniladi. ANSYS/Thermal esa issiqlik bilan bog'liq statsionar va nostatsionar masalalarni yechish uchun ANSYS/Mechanical paketidan ajralib chiqqan mustaqil, alohida dasturdir.

Dasturning ko'p maqsadli yo'naltirilganligi shunga olib keldiki, hozirgi vaqtda ANSYS sanoatning deyarli barcha tarmoqlarida keng qo'llanilmoqda: avtomobilsozlik, aviakosmik sanoat, temir yo'l transporti, issiqlik texnikasi, qurilish, atom energetikasi, kemasozlik va dengiz texnikasi, tibbiyot va boshqalar.

4.3. Yo'llardagi sun'iy inshootlarni tahlil qiluvchi SAP2000 dasturi

SAP2000 SAP turkumidagi kompyuter dasturlarining eng takomillashgan va foydalanuvchiga qulay versiyasi hisoblanadi. 1996-yilda birinchi marta chiqarilganda, SAP2000 Microsoft Windows muhitiga to'liq integratsiyalashgan SAPning ilk versiyasi edi. U foydalanish qulayligi va samaradorligi jihatidan tengsiz bo'lgan kuchli grafik foydalanuvchi interfeysiga ega. Konstruksiya modelni yaratish va o'zgartirish, tahlilni amalga oshirish, loyihani tekshirish va optimallashtirish hamda natijalarni ishlab chiqarish - bularning barchasi ushbu yagona interfeys orqali bajariladi. Bitta strukturaviy model turli xil tahlil va loyihalash turlari uchun qo'llanilishi mumkin.

SAP2000 dasturining eng so'nggi versiyasi uch xil tahliliy darajada taqdim etilgan bo'lib, ularning barchasi bir xil grafik foydalanuvchi interfeysiga ega: SAP2000 Basic, SAP2000 PLUS va SAP2000 Advanced. Bu versiyalar o'zaro bir xil ko'rinishga ega bo'lsa-da, tahlil imkoniyatlari jihatidan farqlanadi.

Ushbu dasturlarning barchasi murakkab imkoniyatlarga ega bo'lib, ularga quyidagilar kiradi: tezkor tenglama yechgichlari, kuch va siljish yuklamalari, prizmatik bo'lmagan ramka elementlari, faqat cho'zilishga mo'ljallangan tirgaklar, oldindan zo'riqtirilgan tendonlar, yuqori aniqlikdagi qobiq elementlari, Eigen va Ritz modal tahlili, qiyshiq geometriya uchun ko'p koordinatali tizimlar, turli xil cheklov variantlari, mustaqil ravishda aniqlangan to'rlarni birlashtirish imkoniyati, to'liq bog'langan 6x6 prujina qattiqligi hamda bir vaqtning o'zida bir nechta dinamik tahlillarni birlashtirish yoki qamrab olish imkoniyati.

SAP2000 PLUS dasturi cheklanmagan sig'im, ko'prikning jonli yuklamasini tahlil qilish imkoniyatlari, chekli elementlarning to'liq to'plami va vaqt tarixini tahlil qilish imkoniyatlarini qo'shadi. Bir nechta bazaviy qo'zg'alishlarga ega bo'lgan yer harakati effektlari quyidagicha bo'lishi mumkin

SAP2000 Advanced darajasi PLUS imkoniyatlarini nochiziqli bo'g'in elementini (bo'shliqlar, ilgaklar, izolyatorlar, amortizatorlar va ko'p chiziqli plastiklik), ramka elementlarida foydalanish uchun ko'p chiziqli plastik sharnir, kabel xatti-harakati, geometrik nochiziqlik va chastotaga bog'liq prujinalarni qo'shish orqali kengaytiradi. Tahlil imkoniyatlari material va geometrik effektlar uchun statik nochiziqli tahlilni o'z ichiga oladi, jumladan, pushover tahlili; modal superpozitsiya yoki to'g'ridan-to'g'ri integratsiya bo'yicha nochiziqli vaqt-tarix tahlili; bukling tahlili; va chastota-soha tahlili (barqaror holat va quvvat-spektral-zichlik turlari).

Yuqoridagi barcha dasturlar po'lat, beton, alyuminiy va sovuq shakllantirilgan po'lat uchun kuchli va to'liq integratsiyalashgan loyihalash imkoniyatlariga ega bo'lib, bularning barchasi modelni yaratish va tahlil qilish uchun ishlatiladigan yagona interfeys orqali mavjud. Po'lat va alyuminiy karkasli elementlarni loyihalash boshlang'ich o'lchamlarni aniqlash va takroriy optimallashtirish xususiyatlarini o'z ichiga oladi. Beton karkasli elementlarni loyihalash zarur armatura po'lati miqdorini hisoblashni o'z ichiga oladi. Elementlarni loyihalash maqsadida guruhlash mumkin va elementga sichqonchani bir marta bosish batafsil loyihalash hisob-kitoblarini ko'rsatadi. Eng so'nggi milliy va xalqaro loyihalash kodlarining keng doirasi qo'llab-quvvatlanadi va ularga muntazam ravishda yangilari qo'shib borilmoqda.

SAP2000 interfeysiga to'liq integratsiyalashgan qo'shimcha modullar quyidagi maqsadlar uchun mavjud:

- Obyektga asoslangan ko'prik loyihalash
- Vaqtga bog'liq ta'sirlarni hisobga olgan holda bosqichma-bosqich qurilish
- Dengiz shelfidagi yuklanishlar
- Issiqlik o'tkazuvchanlik tahlili
- SASSI 2000 (tuproq va inshoot o'zaro ta'siri) interfeysi

Barcha SAP2000 ma'lumotlari, jumladan model ma'lumotlari, tahlil natijalari va dizayn natijalariga jadvalli ma'lumotlar tuzilmasi yordamida murojaat qilish mumkin. Jadval ma'lumotlari quyidagicha bo'lishi mumkin

tahrirlangan va interfeysda ko'rsatilgan yoki Microsoft Accessga eksport qilingan ma'lumotlar bazasi fayli, Microsoft Excel elektron jadval fayli yoki oddiy matnli fayl. Mumkin hisobotlarni tuzish yoki maxsus hisob-kitoblarni amalga oshirish uchun eksport qilingan ma'lumotlardan foydalanish. Bu xuddi shu jadval ma'lumotlarini SAP2000'ga import qilish mumkin, bu sizga yoki SAP2000 tashqarisidagi modellarni o'zgartirish uchun import va eksport imkoniyatlari ham mavjud boshqa ommabop chizmachilik va dizayn dasturlari.

SAP nomi zamonaviy tahliliy yechimlar bilan sinonim bo'lib kelgan.

SAP, SOLIDSAP va SAP IV joriy etilganidan beri, o'ttiz yil oldin, keyinchalik SAP80 va SAP90 bilan shaxsiy kompyuterda amalga oshirildi. Bularga murakkab raqamli texnikalar, SAP2000 juda oson va kuchli dizayn imkoniyatlari bilan bog'langan to'liq grafik foydalanuvchi interfeysi. O'sha natijada samaradorlikda tengi yo'q tahlil va loyihalash dasturi hosil bo'ladi.

SAP2000 eng oddiy masalalardan tortib eng murakkab loyihalargacha qo'llanilishi mumkin bo'lgan to'liq funksiyali dasturdir.

Ushbu qo'llanma va ushbu jildidagi boshqa qo'llanmalar SAP2000 bilan tezda samarali bo'lishga yordam berish uchun mo'ljallangan. Keyingi bobda foydalanuvchi grafik interfeysining asosiy tushunchalari va dasturdan umumiy foydalanish haqida tushuncha berilgan.

Ushbu jildning ikkinchi qismi, SAP2000 Basic Analysis Reference manual, tuzilmaviy model asosidagi asosiy tushunchalar va SAP2000 tomonidan qo'llaniladigan tahlil usullari bilan tanishtiradi. O'qish tavsiya etiladi.

Ushbu jildning uchinchi qismi, SAP2000 Kirish qo'llanmasi birinchi marta foydalanuvchilarga SAP2000 modellashtirish, tahlil qilish va dizayn xususiyatlaridan foydalangan holda amaliy tajribani taqdim etish uchun mo'ljallangan. SAP2000 yordamida haqiqiy loyihani sinab ko'rishdan oldin ushbu qo'llanmani o'qib chiqishingiz va qo'llanmada ishlashingiz qat'iy tavsiya etiladi.

Qo'shimcha ma'lumotlarni SAP2000 grafik foydalanuvchi interfeysida mavjud bo'lgan On-line Help obyektidan va dastur bilan ta'minlangan boshqa qo'llanmalardan olish mumkin. Qo'llanmalar Adobe Acrobat PDF formatida SAP2000 kompakt-diskida mavjud, shuningdek, yordam menyusi yordamida dastur ichidan kirish mumkin. Ularga quyidagilar kiradi:

- Dasturning ilg'or modellashtirish va tahlil qilish xususiyatlari to'g'risidagi ma'lumotlarni o'z ichiga olgan SAP2000, ETABS va SAFE Analysis Reference.
- Qo'llab-quvvatlanadigan dizayn kodlariga xos bo'lgan batafsil dizayn xususiyatlarini o'z ichiga olgan turli xil SAP2000 dizayn qo'llanmalari.
- Dasturning imkoniyatlarini ko'rsatadigan va tahliliy xususiyatlarining aniqligini tekshiradigan misollarni o'z ichiga olgan SAP2000 Verification Manual.

SAP2000— asosan, muhandislik konstruksiyalari, jumladan, binolar, ko'priklar va boshqa inshootlarni tahlil qilish va loyihalash uchun mo'ljallangan dasturiy ta'minotdir. U oddiy interfeys va qulay ishlash muhiti bilan ajralib turadi.

SAP2000 dasturining imkoniyatlari:

- Statik va dinamik tahlil: Konstruksiyalarning mustahkamligi va barqarorligini baholash.
- Murakkab yuklash sharoitlari: Ko'priklar, yo'llar va boshqa inshootlar uchun bir nechta yuk ta'sirini bir vaqtning o'zida tahlil qilish.

- Ko‘prik moduli: Maxsus ko‘priklarni loyihalash va tahlil qilish uchun yaratilgan modul.

- Seismik tahlil: Zilzilaga bardoshlilikni baholash.

- Konstruksiya optimallashtirish: Materiallar va dizaynning samaradorligini oshirish uchun optimal echimlarni taklif etish.

Qo‘llanilishi:

- Ko‘prik va binolarni loyihalash.

- Yo‘l qoplamalari va tayanch devorlar tahlili.

- Konstruksiyalarni seismik va boshqa tabiiy ta’sirlardan himoya qilish.

Afzalliklari:

- Oddiy va qulay interfeys. (Interfeys foydalanuvchi va dastur o‘rtasidagi asosiy aloqa vositasi bo‘lib, uning qulay va samarali ishlashi dasturdan foydalanishni sezilarli darajada osonlashtiradi. ANSYS murakkab tahlillar uchun interfeysga ega bo‘lsa, SAP2000 oddiy va foydalanuvchi uchun qulay dizayn bilan ajralib turadi.)

- Ko‘prik va binolarni tez va samarali modellashtirish.

- Loyihalash va hisoblash ishlari integratsiyasi.

ANSYS va SAP2000 o‘rtasidagi farqlar:

4.1-jadval

Xususiyat	ANSYS	SAP2000
Ixtisoslashuv	Har xil fizik muammolar tahlili	Konstruksiylar loyihalash
Interfeys	Nisbatan murakkab	Oddiy va qulay
Qo‘llanilishi	Mexanik va fizik tahlillar	Muayyan inshoot tahlillari
Murakkab tahlillar	Ha (termal, elektromagnit va b.)	Cheklangan

- ANSYS ko‘proq murakkab fizik muammolarni tahlil qilishda qo‘llaniladi.

- SAP2000 esa ko‘proq muhandislik konstruksiylarini loyihalash va osonroq tahlil qilish uchun ishlatiladi.

Ikkala dastur ham yo‘l inshootlarini loyihalash va tahlil qilishda o‘ziga xos afzalliklarga ega bo‘lib, loyihaning murakkabligiga va maqsadlariga qarab tanlanadi.

Tahlil qilishning ahamiyati

-Ishonchlilikni oshirish: Inshootning barcha yuklangan holatlarda xavfsiz ishlashini ta'minlaydi.

-Materialni tejash: Kerakli joylarga aniq miqdorda material sarflanishiga yordam beradi.

- Ta'mirlash rejalari: Inshootlar vaqt o'tishi bilan qanday o'zgarishlarga uchrashi va qachon ta'mirlash zarur ekanligini aniqlash imkonini beradi.

Yo'llardagi sun'iy inshootlar materiallarining cho'zilishi va siqilishi, shuningdek, statik noaniq sxemalar tahlili ushbu inshootlarning xavfsizligi va mustahkamligini ta'minlash uchun zarur. Zamonaviy texnologiyalar va modellashtirish usullari yordamida bu jarayonlar yanada mukammal tahlil qilinmoqda.

Statik jihatdan aniqlanmagan deb, faqat statika tenglamalari yordamida hisoblash mumkin bo'lmagan, ya'ni barcha tayanch reaksiyalari va ichki kuchlarni aniqlash uchun bu tenglamalar yetarli bo'lmagan novda(sterjin) va novda(sterjin) sistemalari ataladi. Bunday masalalarni hal qilish uchun novda yoki novda sistemalarining deformatsiyalangan holatini hisobga olib, qo'shimcha tenglamalar tuzish zarur.

Statik jihatdan aniqlanmagan masalalarni yechish misollarini ko'rib chiqamiz.

Misol 3.4. Har ikki uchidan mustahkamlangan, bosqichli doimiy ko'ndalang kesimga ega bo'lgan novda uchun N epurasini quramiz, xarakterli kesimlarning o'q bo'ylab siljishlarini aniqlaymiz va varepsilon epurasini quramiz.

Novda ikki tomonidan mustahkamlangani sababli, ikkita tayanch reaksiyasi R_1 va R_2 hosil bo'ladi. Muvozanat tenglamasini tuzamiz:

$$\sum F_x = 0 \text{ va } \sum M = 0 \quad (4.3)$$

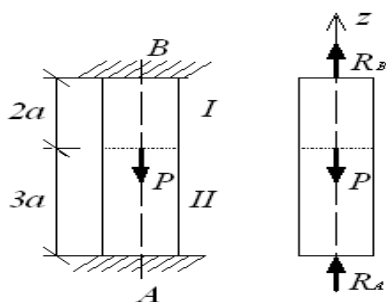
Bu tenglamalar yordamida tayanch reaksiyalarini va ichki kuchlarni aniqlash mumkin. Keyinchalik, materialning deformatsion xususiyatlarini hisobga olib, xarakterli kesimlarning siljishlari aniqlanadi. Shu ma'lumotlar asosida epuralar chiziladi.

$$\sum X = 0, p+2p-R_1-R_2=0; \quad R_1+R_2=3P \quad (4.4)$$

4.4. Cho‘zilish va siqilishda statik aniqmas sxemalar

Statik aniqmas sterjenlar. Ichki kuchlarni, xususan bo‘ylama ichki kuchlarni faqat kesish usuli bilan aniqlash mumkin bo‘lmagan tizimlar (sistemalar) statik noaniq tizimlar deyiladi. Bunday tizimlar hisobi bilan bog‘liq masalalarda statik aniqmaslikni ochish (ichki kuch omillarini aniqlash) uchun muvozanat tenglamalari bilan birga ko‘chishlar tenglamasi tuzilishi va yechilishi zarur. Ko‘chishlar tenglamasi sistemaning deformatsiyalanish shartlarini ko‘rishdan kelib chiqadi.

Quyidagi ikki uchi mutlaq biki mahkamlangan sterjen kesimlaridagi zo‘riqlashlarni aniqlashni ko‘raylik. (4.1-rasm).



4.1-rasm. ikki uchi mutlaq biki mahkamlangan sterjen kesimlaridagi zo‘riqlashlarni aniqlash.

Tayanchlarni tashlab yuborib, ularning sterjenga ta’siri R_A va R_B reaksiyalar bilan almashtiriladi. Bu holda statika bitta muvozanat tenglamasini beradi:

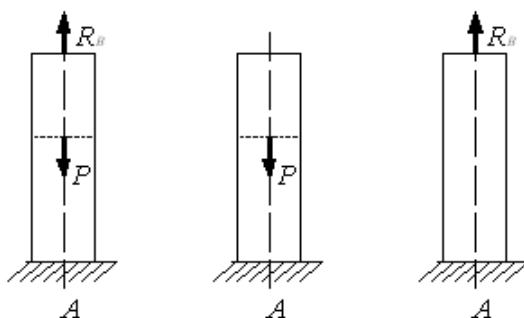
$$\sum Z = 0; \quad R_A - P + R_B = 0; \quad R_A + R_B = P. \quad (4.5)$$

Ikki noma’lumli bitta tenglama hosil bo‘ldi, demak, masala bir marta statik aniqmas

Ko‘chishlar tenglamasini tuzish uchun A va V kesimlar mahkamlangani natijasida shu kesimlarda ko‘chishlar nolga tengligini hisobga olib, yoki A kesim ko‘chishi $\lambda_A=0$, yoki V kesim $\lambda_V=0$, ya’ni bu shartlarning biridan foydalanish mumkin. Masalan, $\lambda_V=0$ shartdan foydalanib, V tayanchni tashlab yuborib, ta’siri R_V bilan almashtiriladi (2-shakl). Natijada bir uchi bilan mahkamlangan (statik aniq) sterjen olinadi. Bu sterjen berilgan R kuchdan tashqari hozircha noma’lum R_V kuch ta’sirida deformatsiyalanadi. Kuchlar ta’sirini mustaqillik prinsipidan foydalanib, ko‘chishlar tenglamasi quyidagicha tuziladi:

$$\lambda_V = \lambda_V(R) + \lambda_V(R_V) = 0 \quad (4.6)$$

ya'ni hamma kuchlarning birgalikdagi ta'siridagi ko'chish har bir kuchning alohida ta'siridagi ko'chishlarning algebraik yig'indisiga teng bo'ladi.



4.2-rasm. Birgalikdagi ta'siridagi ko'chish.

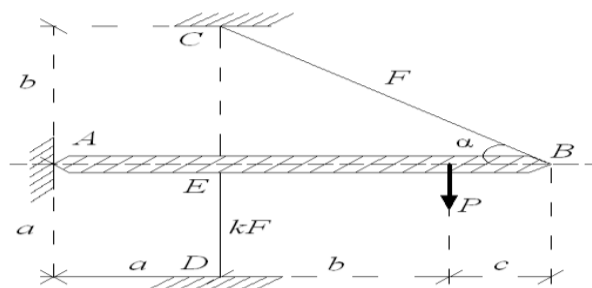
Olingan bu munosabat (1) ga qo'yilsa,

$$R_A = P - R_B = P - \frac{3}{5}P = \frac{2}{5}P \quad (4.7)$$

kelib chiqadi. Reaksiya kuchlarining qiymati musbat chiqdi, bu tanlangan reaksiya kuchlarining yo'nalishlari asliga muvofiqligini ko'rsatadi.

Reaksiya kuchlari aniqlanganidan so'ng bu sterjen statik aniq sterjenga aylanib qoldi, endi kesish usulidan foydalanib, ichki kuch va kuchlanishlarni yuqorida ko'rilgan misollardagi kabi topish mumkin.

Statik aniqmas sterjenli tizimlar. A nuqtada sharnir bilan mahkamlangan absolyut qattiq AV brusga $R=100$ kN kuch ta'sir qiladi, brus VS va ED po'lat sterjenlar bilan osilgan.



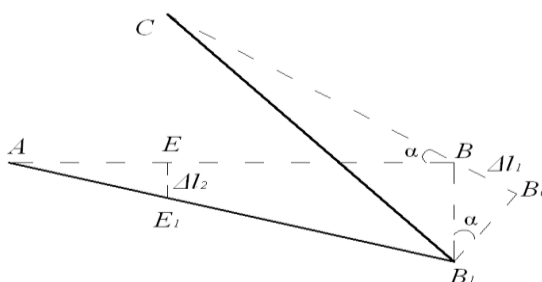
4.3-rasm. A nuqtada sharnir bilan mahkamlangan absolyut qattiq AV brus.

Sterjenlar ko'ndalang kesimini aniqlash uchun ularda hosil bo'ladigan N_1 va N_2 va ichki kuchlarni topish zarur. Buning uchun A tayanch va VS, ED sterjenlar ta'siri

R_{Ax} , R_{Ay} , N_1 , N_2 kuchlar bilan almashtiriladi (1-shakl). AV brus uchun statikaning muvozanat tenglamalari tuziladi:

$$\begin{cases} \sum X = 0; & R_{ax} - N_1 \cos \alpha = 0; \\ \sum Y = 0; & R_{ay} + N_2 - P + N_1 \sin \alpha = 0; \\ \sum m_A(P_i) = 0; & N_2 a - P(a+b) + N_1 \sin \alpha(a+b+c) = 0. \end{cases} \quad (4.8)$$

Tuzilgan uchta muvozanat tenglamalarida to'rtta noma'lum kuchlar qatnashganligi uchun bu masala bir marta statik noaniq, qo'shimcha to'rtinchi tenglama brusning R kuch ta'sirida ko'chishidan olinadi. R kuch ta'sirida VS sterjen cho'zilib, ED sterjen siqilib,

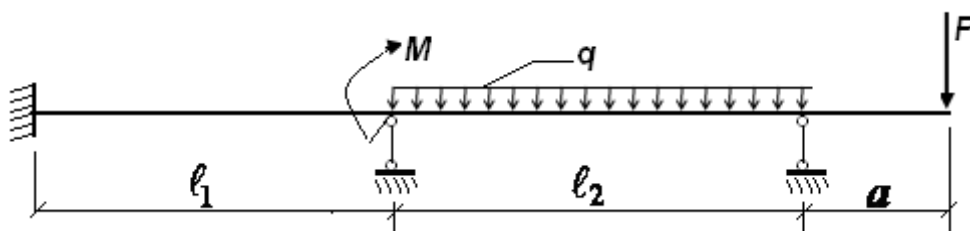


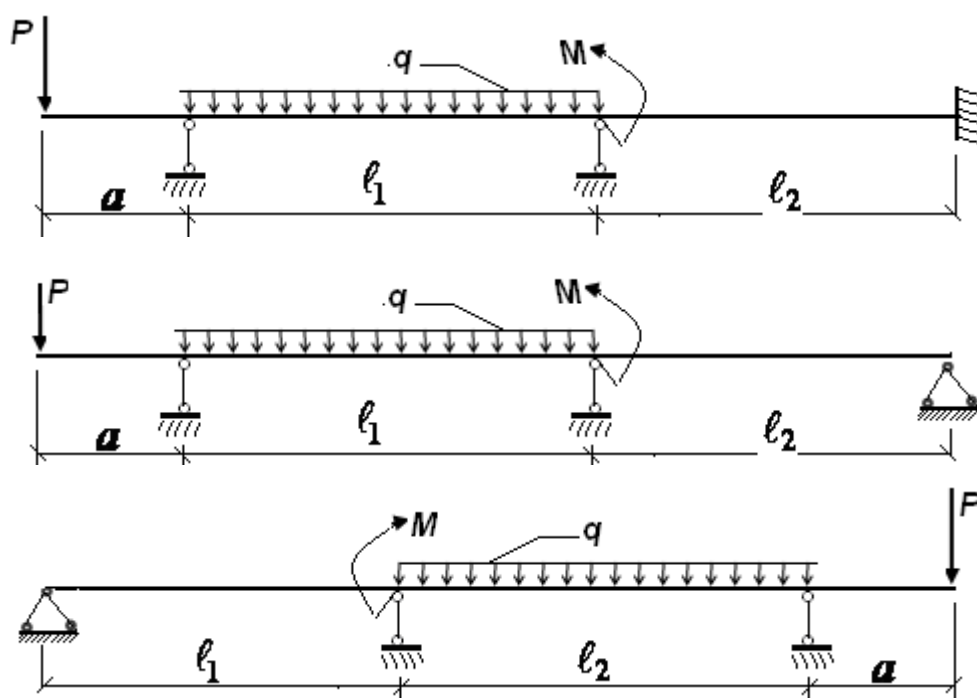
4.4-rasm. R kuch ta'sirida VS sterjen cho'zilishi.

AV brus A sharnir atrofida aylanadi, bunda brus absolyut qattiq deb qaralayotgani uchun to'g'riligicha qoladi (4.5-rasm). Uchburchaklar o'xshashligi $\triangle AEE_1 \sim \triangle ABB_1$ dan quyidagi munosabat olinadi:

$$\frac{AE}{EE_1} = \frac{AB}{BB_1} \rightarrow BB_1 \cdot AE = EE_1 \cdot AB \quad (4.9)$$

Statik aniqmas balkalar. Zo'riqish yoki reaksiya kuchlarini faqat statikaning muvozanat tenglamalari yordamigina aniqlab bo'lmaydigan balkalar statik aniqmas balkalar deyiladi. Statik aniqmas balkalarda zo'riqish yoki reaksiya kuchlarining soni statikaning muvozanat tenglamalar sonidan ortiq bo'ladi.





4.5-rasm. Statik aniqmas balkalar ko‘rinishi.

4.5-rasmda ko‘rsatilgan balkalar statik aniqmas balkalarga misol bo‘ladi. Statik aniqmas balkalarni hisoblash uchun bir qator usullar mavjud. Ularning ayrimlari bilan “Qurilish mexanikasi” fani tanishtiradi. Materiallar qarshiligi fanida faqat deformatsiyalarni solishtirish usuli ko‘rib chiqiladi.

4.5. Statik aniqmas balkalarda deformatsiyani taqqoslash

Statik aniqmas balkalarni deformatsiyalarni solishtirish usuli bilan hisoblashda quyidagi tartibda bajariladi:

1. Berilgan balkada barcha reaksiyalarni ko‘rsatib, ulardan statikaning muvozanat tenglamalari yordamida topilishi mumkin bo‘lganlarini aniqlash.
2. Balkaning statik aniqmaslik darajasini topish:

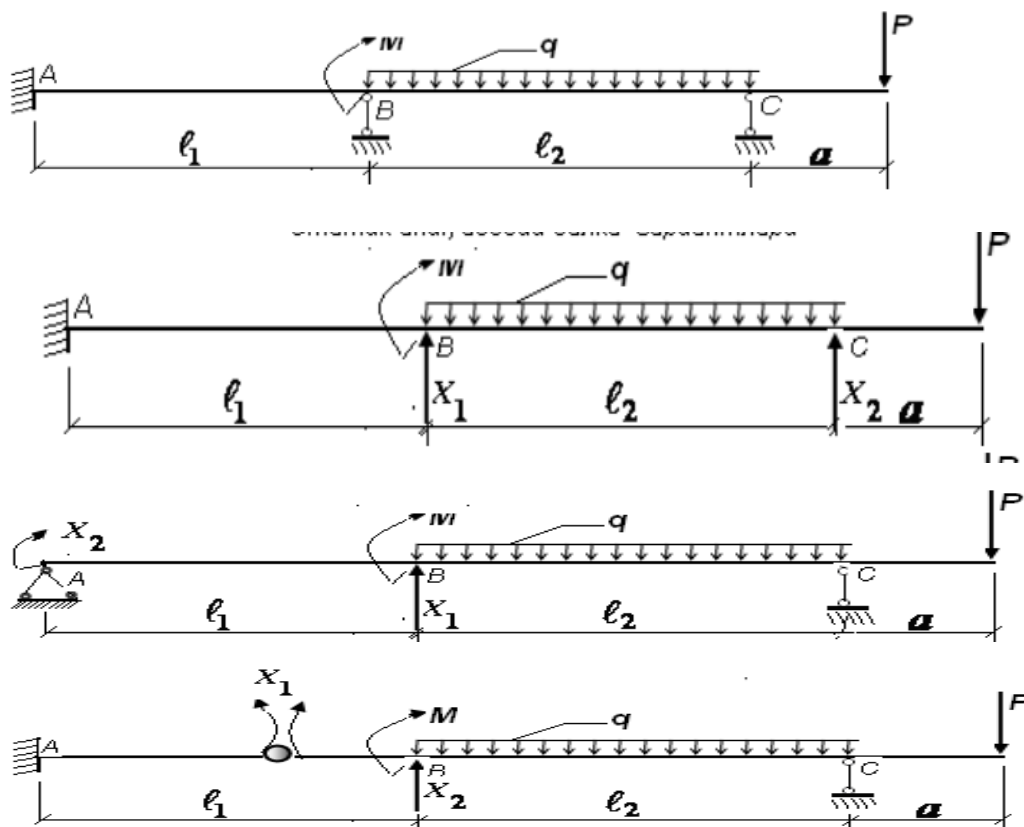
$$n = n_R - 3 \quad (4.10)$$

n – statik aniqmaslik darajasi; n_R – reaksiya kuchlari soni.

3. Asosiy balka variantlarini ko‘rib chiqish va ulardan birini tanlash.

Asosiy balka bu berilgan balkadan “ortiqcha” bog‘lanishlarni olib tashlash yo‘li bilan hosil qilingan statik aniq balka. “Ortiqcha” bog‘lanishlar soni balkaning statik

aniqmaslik darajasiga teng. “Ortiqcha” bog‘lanish sifatida balkaning tayanch bog‘lanishlari yoki ichki zo‘riqishlari (eguvchi moment) olinadi. Har bir statik aniqmas balka uchun cheksiz ko‘p bo‘lgan asosiy balkalar variantlarini ko‘rsatish mumkin. Amalda asosiy balkaning 3 yoki 4 variantini ko‘rsatish bilan cheklaniladi.



4.6-rasm. Statik aniq hamda aniqmas asosiy balka variantlari.

Statik aniqmas balka va unga mos asosiy balkalar orasida ikki xil farq bor: kuch va deformatsiya farqi.

Kuch farqi berilgan statik aniqmas balkada “ortiqcha” deb ko‘riladigan bog‘lanishlarida (tayanch yoki ichki) reaksiyalari hosil bo‘lishidan iborat. Asosiy balkalarda esa bu reaksiyalar yo‘q, chunki ularda hosil bo‘ladigan bog‘lanishlar olib tashlangan. Bu farqni yo‘qotish uchun olib tashlangan bog‘lanishlar yo‘nalishi bo‘yicha kuch yoki moment qo‘yiladi. Ularning yo‘nalishi va miqdori hozircha noma’lum bo‘lgani sababli ular $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ orqali belgilanadi (n - berilgan balkaning statik aniqmaslik darajasi).

Deformatsiya farqi – berilgan balkada “ortiqcha” deb ko‘riladigan bog‘lanishlar yo‘nalishi bo‘yicha ko‘chish nolga teng, asosiy balkada esa cheklovchi bog‘lanish olib tashlangani uchun bu ko‘chishlar noldan farqli. Bu farqni yo‘qotish uchun $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$

$X_2, X_3, \dots, X_n$ noma'lum kuchlarning miqdori va yo'nalishini shunday tanlash kerakki, asosiy balada mazkur ko'chishlar nolga teng bo'lsin. Bu shartning matematik ifoda deformatsiya tenglamalari deyiladi va ular quyidagi ko'rinishga ega:

$$\begin{aligned} \Delta_1 &= \Delta_1(r) + \Delta_1(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = 0; \\ \Delta_2 &= \Delta_2(r) + \Delta_2(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = 0; \\ &\dots\dots\dots \\ \Delta_n &= \Delta_n(r) + \Delta_n(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n) = 0. \end{aligned} \quad (4.11)$$

Deformatsiya tenglamalarini tuzish

Deformatsiya tenglamalarning soni olib tashlanayotgan bog‘lanishlar soniga, ya’ni balkanng statik aniqmaslik darajasiga teng bo‘ladi. Deformatsiya tenglamaning har biri tegishli bog‘lanish bo‘yicha tashqi yukdan va barcha noma’lum X lardan hosil bo‘lgan ko‘chishlarning algebraik yig‘indisi nolga teng bo‘lish shartini ifodalaydi. Yuqorida ko‘chish umumiy belgilash qoidasiga asosan Δ harfi bilan ko‘rsatilgan. Statik aniqmas balkani hisoblash paytida Δ harfining o‘rniga U va φ harflarni ishlatish mumkin (agar ko‘chish salqillik bo‘lsa – U , og‘ish burchagi bo‘lsa φ , masalan, yuqorida ko‘rsatilgan asosiy balkalar uchun deformatsiya tenglamalari quyidagi ko‘rinishli bo‘ladi:

$$Y_c(P, M, q, X_1, X_2) = 0 \quad (4.12)$$

$$\begin{aligned} \text{ikkinchi variant uchun:} \quad & Y(P, M, q, X_1, X_2) = 0 \\ & \varphi_a(P, M, q, X_1, X_2) = 0 \end{aligned} \quad (4.13)$$

Statik aniqmas balkani hisoblash masalasining ma'nosi shundan iboratki, biror asosiy balka uchun deformatsiya tenglamalari tuziladi va ulardan noma'lum X

kuchlarning miqdori aniqlanib, asosiy balkaga qo'yiladi va natijada statik aniq balka hosil bo'ladi. Bu balka uchun ichki kuchlar – ko'ndalang kuch va eguvchi moment epyuralari quriladi va kerak bo'lsa, ko'ndalang kesim o'lchamlari topiladi yoki ular berilgan holida balkaning mustahkamligi tekshirib ko'riladi. Deformatsiya tenglamasiga kirgan ko'chishlarni aniqlash uchun ixtiyoriy usulni qo'llash mumkin, lekin bu masalada Vereshchagin usuli qulayroq. Bundan tashqari, tashqi yuklardan ko'chishlarni aniqlash uchun har bir kuchdan alohida ko'chishni aniqlab, keyin ularning algebraik yig'indisini topgan ma'qul, ya'ni:

$$\Delta_i(p) = \Delta_i(p_1, p_2, \dots) + \Delta_i(q_1, q_2, \dots) + \Delta_i(M_1, M_2, \dots)$$

$$Y_e(P, M, q, X_1, X_2) = 0$$

$$\Phi_a(P, M, q, X_1, X_2) = 0 \quad (4.14)$$

Misol uchun tenglamalar quyidagicha yoyib yoziladi:

$$Y_e(P) + Y_e(M) + Y_e(q) + Y_b(X_1) + Y_b(X_2) = 0 \quad \text{va}$$

$$\varphi_a(P) + \varphi_a(M) + \varphi_a(q) + \varphi_a(X_1) + \varphi_a(X_2) = 0 \quad (4.15)$$

Shuning uchun keyingi statik aniqmas balkani hisoblash tartibi quyidagi ishlardan iborat:

1. Har bir kuch ta'siridan alohida eguvchi moment epyuralarini qurish.
2. Har bir noma'lum X dan eguvchi moment epyuralarini qurish.
3. Har bir X ning birga teng qiymatidan birlik epyuralar qurish.
4. Vereshchagin usulini qo'llab, deformatsiya tenglamadagi ko'chishlarni aniqlash.
5. Deformatsiya tenglamalarini yechish va noma'lum X larning miqdorini aniqlash.
6. Noma'lum X larning miqdorini asosiy balkaga ko'chirib qo'yish va natijada statik aniq balkani hosil qilish. Agar noma'lum X ning qiymati manfiy bo'lib chiqsa, asosiy balkadagi tegishli noma'lumning yo'nalishini o'zgartirib qo'yish kerak.

Qolgan ishlar statik aniq balkani hisoblash tartibi bo'yicha olib boriladi. Lekin bu hisobni bajarishdan oldin, yuqorida bajarilgan ishlarni tekshirib ko'rish kerak

Buning uchun deformatsiyali tekshiruv o'tkaziladi. Bu tekshiruvda deformatsiya tenglamalarida qo'yilgan shartlar bajarilgani tekshirib ko'riladi. Bu ham Vereshchagin usulida bajariladi.

Yuqorida keltirilgan statik aniqmas balka hisobining bajarish ketma-ketligidan foydalanib, bir nechta misollar ko'rib chiqiladi.

Nazorat savollari;

1. Statik noaniq sxemalar nima va ular qanday hollarda qo'llaniladi?
2. Sun'iy inshootlar deganda nimalar nazarda tutiladi?
3. Cho'zilish va siqilish jarayonlari qanday farqlanadi?
4. Statik noaniq sxemalar qanday qo'shimcha shartlarni talab qiladi?
5. Cho'zilish va siqilish uchun elastiklik moduli qanday ahamiyatga ega?
6. Materiallarning statik noaniqlikka qarshilik ko'rsatish xususiyatlarini tushuntiring.
7. Tayanch reaksiyalari qanday aniqlanadi va ular qanday ahamiyatga ega?
8. Ma'lum yuklanish sharoitida cho'zilish yoki siqilish uchun ta'sir chiziqlarini qanday chizish mumkin?
9. Ko'prikning statik noaniq sxemasini aniqlash uchun qanday matematik tenglamalar qo'llaniladi?

5 - BOB. TEMIRBETON MATERIALLARDA HARORAT O'ZGARISHIDAN HOSIL BO'LADIGAN KUCHLANISHLAR.

5.1. Temirbeton materiallarning xususiyatlari

Material xususiyatlari. Temirbeton materiallar yo'l inshootlari, binolar va ko'priklar kabi ko'plab muhandislik inshootlarini qurishda keng qo'llaniladi. Ushbu materiallar harorat o'zgarishlariga sezgir bo'lib, bu o'zgarishlar natijasida ichki kuchlanishlar hosil bo'ladi. Harorat ta'sirida hosil bo'ladigan kuchlanishlarni aniqlash va ularning ta'sirini kamaytirish yo'llarini topish muhim muhandislik vazifasidir.

Temirbetonning haroratga sezgirligi

Temirbeton – beton va armaturaning kombinatsiyasi bo'lib, ikkala materialning ham harorat o'zgarishiga bo'lgan har xil munosabatidan kelib chiqadigan kuchlanishlar yuzaga keladi.

Haroratning materiallarga ta'siri:

Beton: Siqilish va cho'zilishga yaxshi moslashadi, lekin harorat o'zgarishiga nisbatan past chidamlilikka ega.

Armatura: Harorat o'zgarishlariga yaxshi bardosh bera oladi, lekin beton bilan birgalikda ishlatilganda termal kengayish farqi tufayli kuchlanishlar yuzaga keladi.

Termal kengayish:

Harorat o'zgarishi natijasida materiallarning uzunligi yoki hajmi quyidagicha o'zgaradi:

$$\Delta L = \alpha * L * \Delta T (5.1)$$

Bu yerda:

ΔL – uzunlikning o'zgarishi (m),

α – termal kengayish koeffitsienti ($1/^\circ\text{C}$),

L – dastlabki uzunlik (m),

ΔT – harorat o'zgarishi ($^\circ\text{C}$).

Temirbetonda haroratdan hosil bo'ladigan kuchlanishlar

Temirbetonda harorat o'zgarishi natijasida hosil bo'ladigan kuchlanishlar ikki asosiy turga bo'linadi:

1. Ichki kuchlanishlar:

Har xil termal kengayish koeffitsientiga ega bo'lgan beton va armatura o'rtasida yuzaga keladi.

Ushbu kuchlanishlar materiallarning bir-biriga bog'liq holatda deformatsiyalanishi tufayli yuzaga chiqadi.

2. Tashqi kuchlanishlar:

Inshootning kengayishi yoki qisqarishi tashqi cheklovlar bilan to'siqlangan bo'lsa, hosil bo'ladi.

Masalan, ko'priklarning tayanchlari inshootning kengayishiga to'sqinlik qilishi mumkin.

Matematik ifoda:

Harorat o'zgarishidan hosil bo'lgan zo'riqish σ :

$$\Sigma = E * \alpha * \Delta T \quad (5.2)$$

Bu yerda:

σ – termal kuchlanish (Pa),

E – materialning elastiklik moduli (Pa), α – termal kengayish koeffitsienti ($1/^\circ\text{C}$), ΔT – harorat o'zgarishi ($^\circ\text{C}$).

1. Harorat ta'sirining natijalari

Harorat ta'sirida hosil bo'lgan kuchlanishlar quyidagi muammolarni keltirib chiqarishi mumkin:

Yoriqlar hosil bo'lishi: Betonning past cho'zilish chidamliligi tufayli termal kuchlanishlardan yoriqlar hosil bo'lishi mumkin.

Deformatsiyalar: Temirbeton inshootlar kengayishi yoki qisqarishi natijasida o'z shaklini o'zgartiradi.

Yopishuvning buzilishi: Armatura va beton orasidagi yopishuv zaiflashishi yoki uzilishi mumkin. Harorat ta'sirini kamaytirish usullari:

Material tanlash:

Harorat o'zgarishlariga bardoshli materiallarni qo'llash.

Beton va armaturaning termal kengayish koeffitsientlarini moslashtirish.

Deformatsiya bo'shliqlarini yaratish

Ko'priklar va boshqa inshootlarda harorat ta'siridan hosil bo'ladigan deformatsiyalarni qabul qiluvchi kompensator bo'shliqlarni o'rnatish.

Yorqin rangli qoplamalar:

Quyosh nuri va issiqlikning ta'sirini kamaytirish uchun yorqin rangli qoplamalardan foydalanish.

Armaturani to'g'ri joylashtirish:

Termal kuchlanishlarni teng taqsimlash uchun armatura to'g'ri joylashtiriladi.

Qo'shimcha izolyatsiya:

Harorat o'zgarishlarini kamaytirish uchun temirbeton inshootlarni izolyatsiya qilish.

Amaliy qo'llanilishi:

Ko'priklar: Termal kengayish tufayli deformatsiyalarni kamaytirish uchun tayanch bo'shliqlar qo'llaniladi.

Yo'l qoplamalari: Harorat ta'siridan yoriqlarni oldini olish uchun yoriqlarga qarshi mustahkamlash texnologiyalari qo'llaniladi.

Tonnellarda: Haroratning uzoq muddatli ta'sirini kamaytirish uchun maxsus materiallar ishlatiladi.

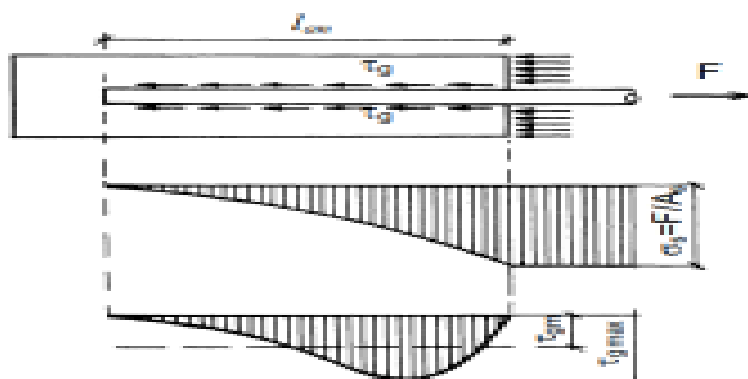
Temirbeton materiallar harorat o'zgarishiga nisbatan sezgir bo'lib, bu o'zgarishlardan hosil bo'ladigan kuchlanishlar inshootning ishlash xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ushbu kuchlanishlarni tahlil qilish va ularning salbiy ta'sirini kamaytirish orqali inshootlarning mustahkamligi va xizmat muddati oshiriladi. Zamonaviy texnologiyalar va usullar yordamida ushbu muammolar samarali hal qilinmoqda.

Temirbeton konstruksiyalarda armatura bilan betonning birgalikda ishlashi ular orasidagi bog'lanish kuchi va armaturani har xil qonstruktiv usullar bilan betonga biriktirilishi asosida ta'minlanadi. Temirbetonning mexanik xossasi armatura va betonning mexanik xossalariga bog'liq bo'lib, hamma vaqt ham ularga mos

tushmaydi. Masalan, betonda paydo bo'ladigan yoriq uni buzilish holatiga olib keladigan bo'lsa, temirbetonda yoriqlarning paydo bo'lishi xavfli hisoblanmaydi. Metall sterjenlar alohida ishlaganda undagi cho'zuvchi kuchlanishlarning miqdori oqish darajasiga yetganda sterjen o'z ustivorligini yo'qotadigan bo'lsa, beton tanasidagi po'lat sterjenlarda kuchlanishning miqdori oqish darajasiga etganda esa, temirbeton normal holatda ishlaydi. Bu misollardan shu narsa ayon bo'ladiki, temirbetonning mexanik xossasi muhim ahamiyatga ega bo'lib, alohida o'rganilishi talab qilinadi.

Armatura bilan betonning bog'lanishi. Armatura bilan betonning bog'lanishi temirbetonning asosiy xossasi bo'lib, konstruksiyalarning ishlash sharoitiga katta ta'sir ko'rsatadi. Armatura bilan betonning bog'lanishi betonda plastik 27 deformatsiyalarning rivojlanishi va yoriqlarning paydo bo'lishidan zo'riqlarni armatura bilan beton o'rtasida qayta taqsimlanishida ham katta rol o'ynaydi. Undan tashqari armaturaning betonga yaxshi bog'lanishi konstruksiyalarda paydo bo'ladigan yoriqlarning ochilish kengligini cheklaydi va armaturalarni taranglashdan hosil bo'ladigan zo'riqtiruvchi kuchlarni betonga uzatilishini ta'minlaydi. Armatura bilan betonning bog'lanish mustahkamligi asosan quyidagi omillar asosida ta'minlanadi: 1 - armatura sirtidagi qovurg'alarining betonga tishlashib qolishi natijasida betonning siqilish va kesilishdagi mustahkamligi; 2 - sement gelining yopishqoqligi xossasiga ega bo'lishi natijasida betonning armaturaga yopishishi. Betonning cho'kishi natijasida armatura har tomonlama qisiladi va unda hosil bo'ladigan ishqalanish kuchlari armaturaning betonga bog'lanish mustahkamligini oshiradi degan tushuncha mavjud. Keyingi vaqtlarda o'tkazilgan tajribalardan olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, betonning cho'kishidan armatura sirtida ko'pchilik hollarda ishqalanish kuchlari hosil bo'lmas ekan. Aksincha, betonning cho'kishi armaturani betonga bog'lanishiga salbiy ta'sir ko'rsatar ekan. Sirti silliq bo'lgan armatura sterjenlarining betonga bog'lanish (birikish) mustahkamligi sirti tekis (silliq bo'lmagan) bo'lgan sterjenlar bog'lanish mustahkamligiga nisbatan 5 martagacha kam bo'lganligi tajribalar asosida

aniqlangan. Sirti tekis bo'lgan armatura sterjenlarining bog'lanish mustahkamligi esa, sirti qovurg'ali bo'lgan armatura sterjenlarining bog'lanish mustahkamligiga nisbatan 2...3 marta kam bo'ladi. Demak, armaturaning beton bilan bog'lanish mustahkamligi asosan armaturaning sirtiga bog'liq bo'lib, armaturaning sirtida har xil shakldagi qovurg'alar hosil qilinishi uning betonga bog'lanish mustahkamligini keskin oshiradi.



5.1-rasm. Armaturaning betonga bog'lanishi.

Armaturaning betonga bog'lanish mustahkamligi tajribalar asosida aniqlanadi. Bunda beton tanasiga ma'lum uzunlikda joylashtirilgan armaturali sterjen sug'urib olishga sinaladi. Betonga joylashtirilgan sterjenni sug'urishdagi zo'riqishlar armaturadan betonga urinma kuchlanishlar orqali uzatiladi. Bu urinma kuchlanishlar armaturaning betonga joylashtirilgan uzunligi bo'yicha notekis tarqalib, armaturaning betonga birikish joyidan ma'lum masofada eng katta qiymatga erishadi va armaturaning betonga joylashish uzunligiga bog'liq bo'lmaydi. Armaturaning betonga bog'lanish mustahkamligi urinma kuchlanishlarning o'rtacha qiymati bilan ifodalanadi:

$$\tau_{gm} = \frac{F}{\pi \cdot d \cdot l_{an}} \quad (5.3)$$

bu yerda F- bo'yлама sug'uruvchi kuch; d - armatura sterjenining diametri; l_{an} - armatura sterjenining betonga bog'lanish uzunligi. Oddiy betonlar va sirti tekis bo'lgan armaturalar uchun $\tau_{gm} = 2, 5 \dots 4$ MPa, sirti qovurg'ali bo'lgan armaturalar uchun esa $\tau_{gm} = 7$ MPa ga teng bo'ladi.

Beton mustahkamligining oshishi bilan bog‘lanish mustahkamligining o‘rtacha qiymati oshadi. Armatura bilan beton bog‘lanish mustahkamligining o‘rtacha qiymati temirbeton konstruksiyalarni amaliy hisoblashda ishlatiladi. Armaturalarning betonga nisbatan siljish qarshiligini oshirishning eng ishonchli yo‘li, bu sirti tekis bo‘lgan armaturalarning uchlarida ilgaklar hosil qilish, payvandlangan sinch va to‘rlarni ishlatish hamda maxsus ankerlardan foydalanishdir. Armaturalarning betonga ankerlanishi. Beton tanasidagi armatura ma‘lum zo‘riqishlarni qabul qila olishi uchun u beton tanasida yoki sirtida betonga mahkamlanishi-ankerlanishi shart. Armaturalarning betonga ankerlanishi ishqalanish natijasida hosil bo‘ladigan bog‘lanish kuchlari yoki armaturalarning uchlariga maxsus ankerlar joylashtirish bilan ta‘minlanadi. Sirtida har xil shakldagi qovurg‘alar hosil qilingan armaturalarning betonga ankerlanishi bog‘lanish kuchlari orqali ta‘minlanadi. Juda kam hollarda bunday armaturalarning uchlari maxsus ankerlar bilan jihozlanadi. Sirti tekis bo‘lgan armaturalarning betonga bog‘lanish mustahkamligi juda kam bo‘lganligi sababli bunaqa armaturalar betonga 5.2-rasmda ko‘rsatilgandek ilgaklar (a), halqalar (b) hosil qilinib hamda sterjenlarning uchlarini 90° burchak ostida qayirib (v) va ko‘ndalang sterjenlar payvandlanib (g) ankerlanadi. Sirti qovurg‘ali, taranglashtirilmaydigan armaturalar bilan jihozlangan temirbeton elementlarda cho‘ziladigan sterjenlar armaturaning hisobiy qarshiligi to‘liq hisobga olinadigan va element bo‘ylama o‘qiga normal bo‘lgan kesimdan lan dan kam bo‘lmagan masofaga o‘tkazilishi shart. An- 28 kerlanish zonasining uzunligi bu holda quyidagi formuladan aniqlanadi:

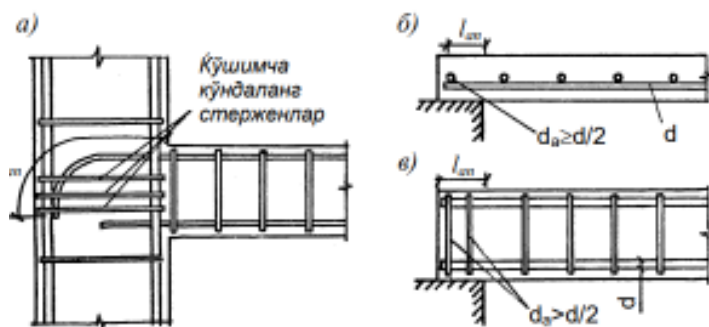
$$l_{an} = (\omega_{an} \frac{R_s}{R_b} + \Delta\gamma_{an}) * d \geq \gamma_{an} * d \quad (5.4)$$

bu yerda ω_{an} , $\Delta\lambda_{an}$, λ_{an} koeffitsientlarning qiymatlari va masofaning eng kichik qiymati yuqoridagi jadvaldan olinadi.

5.2. Beton cho‘kishining temirbeton konstruksiyalarga ta’siri

Temirbeton konstruksiyalarda betonning qotishi jarayonida cho‘kish deformatsiyalari hosil bo‘ladi, konstruksiya tanasida joylashgan po‘lat armatura

beton bilan yaxshi bog‘langanligi sababli cho‘kish deformatsiyasining erkin rivojlanishiga to‘sqinlik qiladi. Bu holatda beton cho‘kishidan temir-beton elementda ichki dastlabki kuchlanishlar hosil bo‘ladi. Beton cho‘zilib, armatura esa siqiladi. Betondagi cho‘zuvchi kuchlanish miqdori erkin cho‘kish deformatsiyasining miqdoriga, armaturaning miqdoriga va beton sinfiga bog‘liq bo‘lib, armaturaning miqdori juda katta bo‘lgan xollarda betonda cho‘kish yoriqlari paydo bo‘lishiga olib keladi. Statik noaniq temirbeton konstruksiyalardagi ortiqcha bog‘lanishlar betonning erkin cho‘kishidan deformatsiyalanishiga to‘sqinlik qiladi. Natijada konstruksiyada qo‘shimcha zo‘riqishlar hosil bo‘ladi. Beton cho‘kishining statik noaniq konstruksiyalarga ta‘sirini kamaytirish uchun ularda cho‘kish choklari hosil kilinadi. Betonning cho‘kishi temirbeton konstruksiyalarning yoriqlar paydo bo‘lishiga chidamliligini kamaytiradi va egiladigan elementlarning salqiligini oshiradi. Oldindan zo‘riqtiriladigan konstruksiyalar armaturalarini taranglash uchun beriladigan dastlabki kuchlanishlarning kamayishiga olib keladi.



5.2- rasm. Oddiy temirbeton konstruksiyalarda armaturani ankerlash zonalari.

Beton sirpanuvchanligining temirbeton konstruksiyalarga ta‘siri. Temirbeton konstruksiyalar davomli yuklar bilan yuklanganda betonda sirpanuvchanlik deformatsiyasi hosil bo‘ladi. Sirpanuvchanlik deformatsiyasining erkin rivojlanishiga element tanasidagi armatura to‘sqinlik qiladi. Natijada temirbetondagi kuchlanishlar vaqt davomida beton va armatura o‘rtasida qayta taqsimlanadi. Bunda betondagi dastlabki kuchlanish kamayib, armaturadagi kuchlanish esa ko‘payadi. Betonning sirpanuvchanligi temirbeton konstruksiyalarning xili va kuchlanish holatiga qarab ularning ishlashiga ijobiy ta‘sir ko‘rsatib, 30 ustun mustahkamligini

oshiradi. Bo'ylama siqilishga ishlaydigan elementlarda beton sirpanuvchanligidan tashqi yuk elkasi kattalashib, elementning yuk ko'tarish qobiliyati kamayadi. Beton sirpanuvchanligidan egiladigan elementlarning salqiligi oshadi. Oldindan zo'riqtiriladigan konstruksiyalarda beton sirpanuvchanligidan armaturani taranglash uchun beriladigan dastlabki kuchlanishlar kamayadi. Bu esa o'z navbatida konstruksiyalarda yoriqlar paydo bo'lishiga chidamliligini kamaytiradi. Beton sirpanuvchanligi statik noaniq konstruksiyalarda zo'riqishlarning qayta taqsimlanishiga olib keladi. Bu o'z navbatida konstruksiyalar tayyorlash uchun sarf kilindagan po'latni tejashga imkoniyat yaratadi.

Beton sirpanuvchanligining temirbeton konstruksiyalarga ta'siri. Temirbeton konstruksiyalar davomli yuklar bilan yuklanganda betonda sirpanuvchanlik deformatsiyasi hosil bo'ladi. Sirpanuvchanlik deformatsiyasining erkin rivojlanishiga element tanasidagi armatura to'sqinlik qiladi. Natijada temirbetondagi kuchlanishlar vaqt davomida beton va armatura o'rtasida qayta taqsimlanadi. Bunda betondagi dastlabki kuchlanish kamayib, armaturadagi kuchlanish esa ko'payadi. Betonning sirpanuvchanligi temirbeton konstruksiyalarning xili va kuchlanish holatiga qarab ularning ishlashiga ijobiy ta'sir ko'rsatib, 30 ustun mustahkamligini oshiradi. Bo'ylama siqilishga ishlaydigan elementlarda beton sirpanuvchanligidan tashqi yuk elkasi kattalashib, elementning yuk ko'tarish qobiliyati kamayadi. Beton sirpanuvchanligidan egiladigan elementlarning salqiligi oshadi. Oldindan zo'riqtiriladigan konstruksiyalarda beton sirpanuvchanligidan armaturani taranglash uchun beriladigan dastlabki kuchlanishlar kamayadi. Bu esa o'z navbatida konstruksiyalarda yoriqlar paydo bo'lishiga chidamliligini kamaytiradi. Beton sirpanuvchanligi statik noaniq konstruksiyalarda zo'riqishlarning qayta taqsimlanishiga olib keladi. Bu o'z navbatida konstruksiyalar tayyorlash uchun sarf kilindagan po'latni tejashga imkoniyat yaratadi.

Temirbetonning yemirilishi va undan saqlanish choralari. Agressiv muhit (suyuq, qorishmalar, gazlar va hokazo) ta'siridan temirbeton konstruksiyalarda korroziya jarayoni boshlanib, temirbetonni emirilish holatiga olib keladi. Korroziya asosan betonni, ma'lum shart sharoitda esa, armaturani ham qamrab oladi.

Korroziyaning rivojlanishi betonning zichligi va o'tkazuvchanligiga, sementning xossasiga, agressiv suyuqlik va gazning beton sirtiga ta'sir qilish tezligiga hamda agressiv muhit xarakteriga bog'liq bo'ladi. Agressiv muhit ta'siridan betonning korroziyalanishi asosan ikki xil ko'rinishda bo'ladi: 1- betonning zichligi etarli bo'lmagan hollarda beton tanasidan sizib (filtrlanib) o'tadigan suv sement toshini tashkil qiladigan kalsiy oksid gidratini eritadi va betonning emirilishiga olib keladi. Yumshoq suv yuqori eritish xossasiga ega bo'lib, juda xavflidir. Bunday korroziya natijasida betonning sirtida oq dog'lar paydo bo'ladi. 2 - korroziya tarkibida agressiv suyuqlik va gaz bo'lgan muxitning betonga ta'siri natijasida ro'y beradi. Bunda ham sement toshini tashkil etuvchi kalsiy oksidining gidrati kislota ta'siridan emiriladi. Kimyoviy ta'sir natijasida hosil bo'lgan mahsulot kristallga aylanib asta sekinlik bilan betonning g'ovaklarini va bo'shliqlarini to'ldirib boradi. Kristallarning usishi natijasida g'ovaklar va bo'shliqlarning devorlariga bosim hosil bo'ladi. Bu bosim natijasida g'ovaklarning devori yorilib beton buzilish holatiga kelib qoladi. Beton uchun kislotalarning, ayniqsa sulfat kislotasining tuzi juda xavfli hisoblanadi. Bu tuzlar ta'siridan sement toshida kalsiy va aluminiy sulfatlari hosil bo'ladi. Bu moddalar erib beton tanasidan oqib chiqadi va beton sirtida dog'lar hosil bo'ladi. Betonning korroziyalanishga chidamliligini oshirishning eng maqbul usuli, bu betonning zichligini oshirishdir. Bundan tashqari agressiv muhitda ishlaydigan temirbeton konstruksiyalarni tayyorlashda beton-polimerlar va polimerbetonlarni ishlatish maqsadga muvofiqdir. Armaturaning korroziyalanishi betonda sement miqdorining etarli bo'lmaganligidan, beton tarkibida zararli qo'shimchalarning mavjudligi, himoya qobig'ining etarli bo'lmaganligi va beton zichligining etarli bo'lmaganligidan sodir bo'ladi. Betonda yoriqlarning paydo bo'lishi va juda katta ochilishi ham armaturaning korroziyalanishi jarayonini tezlashtiradi. Armaturaning korroziyalanishi beton korroziyalanishi bilan birga va beton korroziyasiga bog'liq bo'lmagan holda sodir bo'ladi. Beton hamda armaturaning korroziyalanishga chidamliligini oshirish va temirbeton konstruksiyalarning xizmat muddatini uzaytirishning eng samarali yo'li, bu beton himoya qobig'ining ratsional qalinligini ta'minlashdan iboratdir. Betonning himoya qobig'i betonning himoya qobig'i

konstruksiyalarning barcha ishlash davrlarida ishchi armaturalarning beton bilan birgalikda ishlashini ta'minlash hamda atmosfera, temperatura va boshqa ta'sirlardan armaturani himoya qilish uchun hosil kilinadi. Betonning himoya qobig'ini tayinlashda konstruksiyaning xili va o'lchamlari, ishlash sharoiti, ishchi armaturaning diametri va xili e'tiborga olinadi. Himoya qobig'ining qalinligi ishchi armaturaning diametridan hamda quyidagi qiymatlardan kam bo'lmasligi shart: plita va to'sin devorining qalinligi $h \leq 100$ mm bo'lganda - 10 mm; $h > 100$ mm bo'lganda esa - 15 mm; to'sinlar va qovurg'alarning balandligi $h < 250$ mm bo'lganda - 15 mm; $h \geq 250$ mm bo'lganda esa - 20 mm; ustunlar uchun - 20 mm; poydevor to'sinlari uchun - 30 mm; yig'ma temirbetondan tayyorlangan poydevorlar uchun - 30 mm; poydevorlar yaxlit temirbetondan tayyorlangan bo'lib, poydevor ostida beton asos hosil qilingan bo'lsa - 35 mm, beton asos hosil qilinmagan bo'lsa - 70 mm. Ko'ndalang, konstruktiv va taqsimlovchi armaturalar uchun betonning himoya qobig'i shu armaturalarning diametridan hamda quyidagi qiymatlardan kam qabul qilinmaydi: elementning balandligi $h < 250$ mm bo'lganda 10 mm, $h \geq 250$ mm bo'lganda esa - 15 mm.

Temirbeton konstruksiyalar tayyorlanish usuliga ko'ra, monolit (yaxlit), yig'ma va yig'maquyma xillari bo'ladi. Temirbeton konstruksiyalar yangi paydo bo'lgan davrlarda (19-asr oxiri, 20-asr boshlari) monolit varianti kengtarkaldi. 20-asr o'rtalaridan boshlab yig'ma Temirbeton konstruksiyalar ham paydo bo'la boshladi. Endilikda qurilishni yig'ma temirbeton konstruksiyalarsiz tasavvur etib bo'lmaydi.

Monolit temirbeton konstruksiyalar poydevorlar, gidrotexnika va melioratsiya inshootlari, rezervuarlar, suv bosimi minoralari, bunker va silos minoralari qurishda ishlatiladi. Ayniqsa, zilzilabardosh imoratlarni qurishda juda qo'l keladi, chunki poydevor, ustun, to'sin va yopmalarning yaxlit holda ishlanishi binoning zilzila bardoshligini ta'minlaydi.

Yig'ma temirbeton konstruksiyalar ixtisoslashgan zavodlarda, mexanizatsiyalashgan ochiq poligonlarda yoki qurilish maydonlarida tayyorlanadi va inshoot kuriladigan joyga tashib keltirilib, ko'tarish kranlari vositasida yig'iladi

(montaj qilinadi). Yig'ma Temirbeton konstruksiyalarning monolit konstruksiyalardan afzalligi shundaki, qolip tayyorlash uchun ketadigan mehnat va yog'och sarfi bir necha marta qisqaradi (O'zbekistonda yog'och kamligi uchun buning ahamiyati katta), qurilish muddati kamayadi va narxi ham ancha arzonlashadi, konstruksiyalarning sifati ortadi.

Metall va yog'och konstruksiyalarga nisbatan yig'ma temirbeton konstruksiyalar chidamliligi, olovbardoshligi hamda zanglashga chidamliligi bilan farqlanadi. Sanoat, uyjoy va fuqaro qurilishi uchun temirbeton qoziqlar, poydevor bloklari, ustunlar, to'sinlar, ferma elementlari, tom, orayopma va devor panellari, kranosti to'sinlari, zinapoya marshlari va maydonchalari, balkon va karniz plitalari, deraza va eshik o'rni panellari, sarbasta (tepadon), deraza osti plitalari va boshqa ishlab chiqariladi. Sanoat binolarining 85% ini yig'ma temirbeton konstruksiyalar tashkil etadi. Yo'l transport qurilishi uchun temirbeton shpallar, ko'priklarning yig'ma elementlari, yo'lovchi va yuk tashish platformalari detallari, oqova suv quvurlari va ariqlari, avtomobil yo'llariga to'shaladigan yig'ma plitalar va boshqa ishlab chiqariladi.

Gidrotexnika inshootlari uchun qobiq plitalar; qishloq xo'jaligi qurilishi uchun ustunlar, to'sinlar, turli xil plitalar, molxonalar hamda issiqxonalar, yem saqlanadigan transheyalar uchun kerakli detallar, quduqlar uchun xalkalar va boshqa ishlab chiqariladi. Bulardan tashqari bosim ostida yoki bosimsiz ishlaydigan temirbeton quvurlar, elektr va aloqa simlari uchun temirbeton ustunlar ham tayyorlanadi. Bunday mahsulotlarning aksariyati standart o'lchamlarda bajariladi. Yig'ma temirbeton konstruksiyalar uchun betonning mustahkamligi yuqori bo'lgan turlari (V20— V40)dan foydalaniladi. Temirbeton elementlarning cho'ziladigan zonalariga qo'yiladigan armaturalar oldindan zo'riqtirilsa (tortib taranglashtirilsa), Temirbeton konstruksiyalarning yoriqlar hosil bo'lishiga qarshiligi ortadi. Cho'zuvchi kuchlanishlar paydo bo'ladigan konstruksiyalar (egiluvchan elementlar, quvurlar, rezervuarlar, minoralar va boshqalar) da oldindan zo'riqtirilgan armaturali temirbetondan foydalanish yaxshi samara beradi. Krilipga quyilgan beton qorishmasi mexanizatsiyalashgan usulda zichlashtiriladi. Ko'pincha (ayniqsa, oldindan

zo'riqtirilgan konstruksiyalarni tayyorlashda) armaturaning o'ta mustahkam xillaridan, tez qotuvchan sementlardan foydalaniladi; betonning qotishini tezlashtirish uchun maxsus kameralarda bug'lantiriladi. Yig'ma quyma (monolit) temirbeton konstruksiyalar yig'ma elementlarning quyma beton bilan mustahkam birikmasi. Bunda barcha tarkibiy qismlar birgalikda ishlaydi, konstruksiyaga qo'yiladigan yuk barcha elementlarga tekis taqsimlanadi; temirbeton konstruksiyalarning yaxlitligi ta'minlanadi. Temirbeton konstruksiyalarning yuk ko'tarish imkoniyati bo'yicha hisoblash nazariyasi o'zining rivojlanish jarayonida 3 asosiy davrni bosib o'tdi. Birinchi - dastlabki davrda temirbeton konstruksiyalarni hisoblashda ruxsat etilgan kuchlanishlar nazariyasidan foydalanilgan. Bu nazariya materiallar qarshiligi fanining formulalariga asoslangan edi. Rivojlanishning ikkinchi davri A. F. Loleyt va A. A. Gvozdevning ilmiy ishlaridan boshlandi (1931). Bu ishlar asosida yaratilgan buzilish bosqichi nazariyasi 1938-55 yillarda qurilish me'yorlarida asosiy qisoblash nazariyasi bo'lib keldi. Shu davr mobaynida Temirbeton konstruksiyalar k. larining mustahkamligi shu nazariya asosida hisoblanib kelindi.

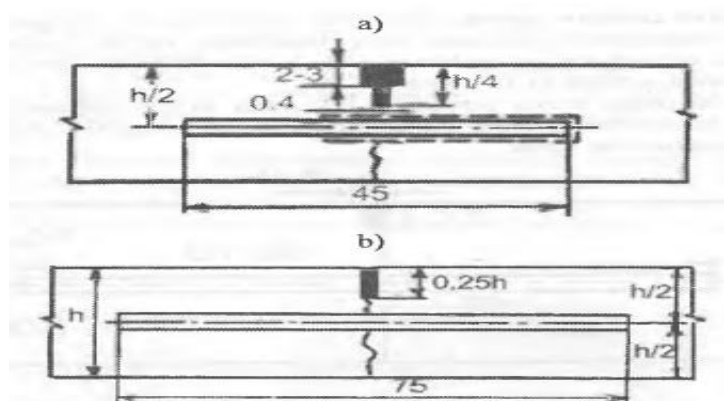
Rivojlanishning uchinchi davrida (1955-yildan) yangi usul-chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblash usuli yaratildi. Bu usul hozirgi kunda ham qo'llanadi va davr talabiga moye ravishda yil sayin takomillashib boradi. Zamonaviy qurilish texnologiyasining muhim vazifalaridan biri temirbeton, shu jumladan, yengil temirbeton konstruksiyalar yaratish va amalda joriy etishdan iborat.

Temirbeton konstruksiyalarda harorat ta'sirida turli xil deformatsiyalar yuzaga keladi. Ushbu deformatsiyalarni bartaraf etish maqsadida temirbeton konstruksiyalarda choklar qurilishi shart.

Bo'ylama va ko'ndalang choklarni bir y o'ia qirqib chiqishning texnik jihatdan iloji bo'lmasa, dastlabki 24 soat davomida "harorat cho'kish" ta'sirida yoriqlar hosil bo'lmasligi uchun 2-3 plita oralatib nazorat choklari ochiladi va qolgan choklar 72 soatga yetmasdan qirqiladi.

Bir plitadan boshqasiga yuklamani qisman uzatish uchun va plitalar baland-past bo'lib qolmasligi uchun ko'ndalang choklarga shtir (anker)lar, bo'ylama choklarga esa armaturalar o'rnatiladi.

Siqilish choki ariqchasi (paz) to'g'ri to'rtburchak yoki pog'anasimon kesimli bo'lishi mumkin; eni 4...15 mm, chuqurligi qoplama plita qalinligining kamida 0,25 va ko'pi bilan 0,33 ulushiga teng bo'ladi. Ko'ndalang va bo'ylama choklarning konstruksiyasi 5.3-rasmda ko'rsatilgan.



5.3-rasm. Siqilish choki (a) va bo'ylama chok (b) konstruksiyasi.

Siqilish, kengayish va bo'ylama choklarning ariqchalari eni va chuqurligi mastika bilan to'ldirish uchun, 5.1-jadvaldagi qiymatlardan olinadi.

5.1-jadval.

Siqilish, kengayish va bo'ylama choklarning ariqchalari eni va chuqurligi
mastika bilan to'ldirish talablari

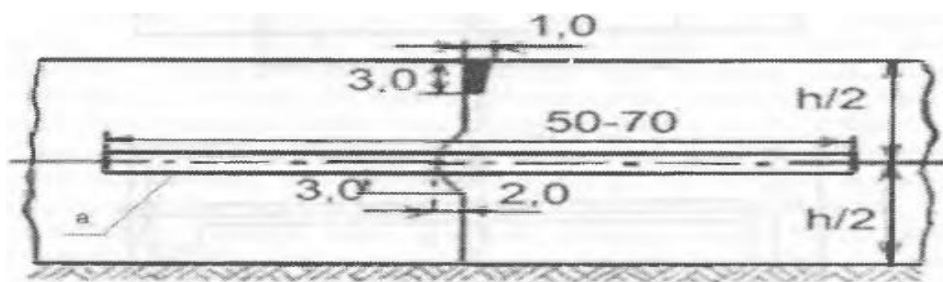
Chok turi	Choklar orasidagi masofa	Chok eni, mm	Chok chuqurligi (qoplama qalinligidan ulushlar)
Siqilish choki	<4-6	18-22	0,25-0,33
Kengayish choki	18-20	30	To'liq qalinligi
Bo'ylama chok		3-5	0,25-0,33

Siqilish va kengayish choklari enini hisoblab belgilash mumkin, lekin birinchisi uchun kamida 3 mm va ikkinchisi uchun 10 mm bo'lishi kerak.

5.3. Temirbeton konstruksiyali qoplamalarda deformatsiya choklari

Ishchi choklar qurish. Qoplamani qurish ishlari tugaganda yoki beton yotqizishda majburan uzoq tanaffuslar bo'lsa, qoplamaning qo'shni uchastkalarini bir-biriga ulab ketish imkonini berish uchun ishchi chok quriladi (5.4-rasm).

U bo'ylama o'qqa perpendikulyar bitta to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib, sementbeton qoplamaning siqilish yoki kengayish choki bilan ustma-ust tushishi kerak.



5.4-rasm. Ishchi chikning tuzilishi; a-shtir.

Ishchi chokni qurishda texnologik amallar quyidagi tartibda bajariladi:

- chok qir qiladigan joydan ortiqcha beton qorishmasi yo'qotiladi; opalubkani, vertikal tokchasining yuqori qirrasi qoplama yuzasi bilan mos keladigan qilib o'rnatiladi va asos turiga qarab, surilib ketmaydigan qilib mahkamlanadi; shtirlar opalubkadagi teshiklar orqali asosga, gorizonta tokchaga jips qilib, har 100... 150 sm oraliq bilan qoqiladi;
- opalubka bilan oldin yotqizilgan qorishma orasidagi bo'sh joylarga yangi qorishmani, ortiqchasi bilan tiqib, tekislanadi;
- chuqurlik titratgichi bilan qorishmani zichlab, betonga GOST 5871-82 talablariga mos po'lat anker - shtirlar qoqiladi;

Kengayish choklarini qurish. Bunday choklar qotgan betonda quyidagi tartib bilan quriladi:

- beton qoplama bor qalinligi bo'yicha qir qiladi;
- qir qimlar orasidagi beton olib tashlanadi (chok hosil bo'ladi);
- chok devorlari yuviladi va quritiladi;
- chokka deformatsiyalanuvchi qistirma tiqiladi;
- chok devorlariga ishlov beriladi;

- chokka rezina shnur tiqiladi;
- chok mastika bilan to'ldiriladi.

Ko'priklar va yo'l o'tkazgichlar oldida kengayish choklarini qurish:

- beton qoplamaning bor qalinligini 6 sm oralatib, ikki joyda qirqiladi;
- qirqimlar orasidagi beton olib tashlanadi (chok hosil bo'ladi);
- chok devorlari yuvib quritiladi;
- chokka rezina shnur tiqiladi;
- chok mastika bilan to'ldiriladi.

Sementbeton qoplamadagi choklarning jipsligini ta'minlash quyidagi amallardan tashkil topadi: siqilgan havo bilan puflash (beton kam bo'lsa issiq havo bilan); zichlovchi shnumi presslab kiritish; chok devorlariga praymer bilan ishlov berish; jipslash.

Hamma turdagi choklarni jips qilish uchun sovuq va issiq holda ishlatiladigan germetiklar qo'llaniladi. Sovuq holda ishlatiladigan germetiklar sintetik kauchuklar asosida, pasta bilan qotiruvchi moddadan tayyorlanadi. Bugungi kunda VULCEM (AQSH), U-SEAL (Kanada), SOLPOR (Angliya) germetiklari ishlatiladi.

Issiq holda ishlatiladigan germetiklar neft' bitumi, maydalangan rezina, yumshatgich modda, plastifikatorlar, to'ldiruvchilar va polimer qo'shilmadan tayyorlanadi. Praymer (polimer kompozitsiya) ni qo'llash jipslangan choklarning xizmat muddatini uzaytiradi.

Mastika materiallarini qizdirish uchun maxsus, qo'sh devorli avtomatik chok to'ldirgichlar (qozonlar) ishlab chiqarilgan. Undagi harakat uzluksiz nazorat qilib turiladi. Chok to'ldirgich mastikani choklarga quyadigan sistema bilan jihozlangan. Eritiladigan material maxsus moy yordamida, bilvosita qizdiriladi. Bu bilan mastikani qizdirish va eritishning avaylaydigan rejimi ta'minlanadi. Issiqlikni tashuvchi moy esa gaz, moy yoki dizelli isitgich yordamida qizdiriladi. Mastikani qizdiradigan idish ichiga aralashtiruvchi qurilma o'rnatiladi. Kerakli haroratgacha qizdirilgan mastika haydovchi nasos yordamida, maxsus uchlik o'rnatilgan shlanga orqali bevosita choklarga uzatiladi. Avtomatik qozon bir yoki ikki o'qli, yuruvchi agregat ustiga o'rnatiladi. O'zining yurish sistemasiga ega bo'lgan chok

to'ldirgichlar ham ishlab chiqilgan. Ularning etakchi g'ildiragida gidravlik yuritmasi bor bo'lib, mustaqil tarzda, choklar bo'ylab harakat qila oladi. Chok to'ldirgichlarning texnik tavsiflari 4.9-jadvalda keltirilgan.

Qurilish mavsumini uzaytirish maqsadida ba'zan havo harorati pasayganda ham ($+5^{\circ}\text{C}$ dan kam) sementbeton qoplama va asoslar quriladi. Bu qo'shimcha xarajatlar bilan bog'liq bo'lgani uchun oldindan hisoblab, iqtisodiy samaradorligini asoslash talab etiladi.

Harorat pasayganda sementning ushlab qolish davri uzayib, betonning qotishi sekinlashadi. Manfiy haroratlarda esa (-5°C dan kam) betonning qotishi to'xtaydi. Yangi betonning muzlashi uning xususiyatlarini yomonlashtiradi, pirovardida mustahkamligi va muzlashga chidamligi pasayadi. Yangi yotqizilgan beton asta-sekin muzlaganda, uning ichida muz linzalar hosil bo'ladi; ular qotib ulgurmagan beton strukturasidagi g'ovak va kapillyar devorlarini buzadi. Betonning dastlabd yoshida galma-galdan muzlab erishi ham hali yumshoq va shakllanmagan strukturani, ayniqsa bog'lovchi va to'ldiruvchi materiallar bir-biriga tegib turgan joylarni emiradi.

Past haroratning yo'l betoni tuzilishi va xususiyatlariga salbiy ta'sirini yo'qotish uchun qishda betonlashning turli usullari ishlab chiqilgan. Ularning mohiyati shundan iboratki, betondagi suv muzlaguncha beton loyihaviy mustahkamlikning 50% gacha erishishi kerak. Buni ta'minlashning quyidagi usullari mavjud:

- berkilib qolgan suvning muzlash haroratini pasaytirish uchun betonning qotishini kimyoviy qo'shilmalar yordami bilan tezlatish ("sovuq beton" usuli);
- betonni yotqizib va zichlab bo'lgandan keyin o'zidagi haroratni saqlash ("termos" usuli);
- beton qorishmani elektr energiyasi bilan isitish.

Beton qorishmani tayyorlash uchun ishlatiladigan suvga muzlashga qarshi qo'shilmalar aralashishi, betonning haroratini musbatga ko'tarmay turib, qotishini jadallashtirish imkonini beradi. Bugungi kunda bunday qo'shilmalar sifatida BASF, Sika, JYC, DONGNAM kabi kompaniyalarning mahsulotlari ishlatilmoqda.

“Termos” usulida, sementbeton qoplama (asos) yuzasida issiqlikni saqlash xususiyatiga ega bo‘lgan qatlam hosil qilinadi. Bu issiqlik qorishma tayyorlashda chetdan kirib qoladi va sementning gidratlanish

jarayonida hosil bo‘ladi. Beton qoplamalar va asoslarni qurishda “termos” usuli qishki betonlashning boshqa usullari bilan birga ishlatilganda samara beradi.

Beton qorishmani yotqizib, zichlab va yuzasini pardoqlab bo‘lingan zahoti issiqlikni saqlash ishlari boshlanadi. Yangi yotqizilgan beton ustiga ehtiyotlab bitumlangan qog‘oz yoyiladi va termoizolatsiya

qatlam yotqiziladi.

Beton qorishmaning haroratini ko‘tarish uchun unga komponentlarni - suv va to‘ldiruvchi moddalarni qo‘shishdan oldin isitiladi. Uni betonqorishtiruvchi uskunadan ag‘darayotganda talab etiladigan harorati havo haroratiga, tashish masofasiga va qishki betonlashning qabul qilingan usuliga bog‘liq.

Muzlashga qarshi qo‘shilmalar ishlatilmaganda qorishmaning harorati 35 °C dan (qoplamalar uchun) va 40 °C dan (asoslar uchun) oshmasligi kerak. Sementga aralashtiriladigan suv harorati +60 °C dan ortiq bo‘lmasligi kerak, to‘ldiruvchi moddalarni esa, +40 °C dan ortiq qizdirmaslik kerak. Qish sharoitlarida quriladigan qoplama va asoslar uchun olib kelingan sementni 2 oydan ortiq muddatda ishlatishga ruxsat etilmaydi.

Betonni qish vaqtida asrash usullari orasida konstruksiyalarni isitishning ahamiyati o‘zgacha, chunki betonga harorat bilan ta’sir etish uning qotishini tezlashtiradigan eng samarali usuldir.

Beton dastlabki qotish bosqichida elektr tokini yaxshi o‘tkazadi va ikkinchi turdagi ionli o‘tkazuvchilar sirasiga kiradi. Betonga elektr zanjiri ulanganda, u isiydi va suvning minerallari bor sement klinkerga kimyoviy ta’siri jadallashadi.

Betonni elektr toki bilan kuchaytirilgan tarzda qizdirish uni yotqizib, zichlab, issiqlikni saqlash choralarini qo‘llab bo‘lgandan keyin boshlanadi. Konstruksiyaga maxsus elektrodlar botiriladi, tok

yuboriladi, harorat ma’lum darajaga chiqqanida tokni to‘xtatib, beton qayta zichlanadi. Bu usul oldindan elektrli isitishga qaraganda samaraliroq, chunki issiq

betonni tashish va yotqizishdagi kabi harorat yo‘qotishlar bo‘lmaydi. Bu holatda betonni kattaroq haroratgacha qizdirish mumkin. Masalan, havo harorati minus 25 °C bo‘lganda qalinligi 20 sm li beton asos qurilib, betonni kuchaytirilgan tarzda elektr bilan qizdirib, ikki sutka davomida musbat harorat ushlab turilgan. Bunday vaqtda beton kritik qattiqlikka erishib ulguradi va

keyin muzlab qolsa ham, bu uning stmkturasi va xususiyatlari uchun xavfli emas.

Shuni ta’kidlash kerakki, qishki betonlash usullaridan qat’iy nazar havo harorati past bolganda ishlab chiqarishning umumiy qoidalari mavjud. Beton qoplama uchun yer polotnosi va asosni sovuq tushguncha tayyorlab qo‘yiladi. Bevosita betonlashdan oldin asos yuzasi qor va muzlardan tozalanadi.

Beton qorishma tayyorlash uchun erigan holatdagi qum va birbiriga yopishib qolmagan yirik to‘ldiruvchilar ishlatiladi. Beton zavod ana shunday tarzda beton qorishma tayyorlab beradi. Uni tashiydigan avtosamosvallarda issiqlik izolatsiya qilinadi. Beton qorishmani yotqizish shunday tashkil qilinadiki, qorishmani ag‘darish bilan yangi yotqizilgan betonga qarash ishlari boshlanishi orasida (bunga qorishmani yoyish va zichlash, yuzani pardoqlash, choklar qirqish ishlari ham kiradi) iloji boricha qisqa vaqt o‘tsin.

Ishni bajarishda qotayotgan betonning harorati va mustahkamligi alohida nazorat ostiga olinadi. Harorat qorishmani yotqizishdan boshlab, butun qotish davrida va muzlaguncha o‘tgan vaqtda uzluksiz ravishda kuzatib turiladi.

Past haroratlarda qurilgan beton qoplama (asos) ustida transport harakatiga, beton loyihaviy mustahkamligiga erishgandan keyingina ruxsat beriladi.

Havoning sutkalik o‘rtacha harorati minus 5 °C dan va sutkalik minimal harorat 0 °C dan past bo‘lishi kutilganda, beton ishlarini bajarganda, betonning sifatini ta’minlash uchun zarur choralar ko‘riladi.

Past haroratli sharoitlarda betonlaganda (qishki betonlash) beton iliq va nam muhitda qotishini ta’minlash kerak. Beton kritik mustahkamlikka erishguncha o‘tadigan butun muddatda shunday qilinadi. Bu, betonning strukturasi saqlanishiga va muzdan erigandan keyin qoniqarli darajagacha qotishiga kafolat bo‘ladi. Bunga

erishish uchun betondagi ichki haroratlaridan ham (monolit konstruksiyalarda), tashqaridan beriladigan issiqlikdan ham foydalanish zarur. Shuningdek, sovuq betonlash usuli ham bor. Bunda beton qorishmaga muzlashga chidamli qiladigan maxsus qo'shilmalar aralashtiriladi. Ularning dozasi shunday bo'lishi kerakki, betonga tashqaridan issiqlik berilmaganda ham betonning ichidagi suv muzlamasin. Bunday qo'shilmalar yangi

yotqizilgan betonni isitmaganda ham ishlatiladi. Bu, qorishmani tashishda, yotqizishda shittningdek, avariya-vaziyatlarda muzlab qolishdan asraydi. Lekift-, shuni ham nazarda tutish kerakki, bunday qo'shilmalarning aksafi mustahkamlikni pasaytiradi. Muzlashga qarshi qo'shilmalarning taxminiy dozalari mahsulotni ishlatish

yo'riqnomasida ko'rsatiladi.

Muzlashga qarshi qo'shilmalar aralashgan betonning taxminiy mustahkamligi laboratoriya sinov natijalari asosida aniqlanadi. Betonda issiqlik zahirasi hosil qilish uchun uning komponentlari isitiladi: suv - 90°C gacha, qo'shilma va to'ldiruvchilar -50°C gacha, aralashtirgichdan chiqqari beton qorishmaning harorati 40°C dan yuqori boimasligi kerak, chunki undan ortiq haroratda tez quyushib qoladi.

5.4. Temirbeton konstruksiyalarda deformatsiya

Deformatsiya tushunchasi. Deformatsiya— bu tashqi kuchlar, harorat o'zgarishi, namlik, yoki boshqa tashqi ta'sirlar natijasida jismlarning shakli va o'lchamlarining o'zgarishi. Deformatsiya jism ichida kuchlanishlarning hosil bo'lishiga olib keladi va muhandislikda konstruksiyalarning mustahkamligini baholash uchun muhim tushuncha hisoblanadi.

Deformatsiya quyidagi asosiy turlarga bo'linadi:

1. Elastik deformatsiya:

Jismga ta'sir qilgan kuch olib tashlanganida, jism o'z dastlabki holatiga qaytadi. Masalan, rezina yoki kamarning cho'zilishi.

2. Plastik deformatsiya:

Jismga kuch ta'sir qilgandan so'ng, u o'z dastlabki holatiga qayta olmaydi, ya'ni doimiy shakl o'zgarishi kuzatiladi.

Masalan, metall simning haddan tashqari egilishi.

3. Haroratli deformatsiya:

Harorat o'zgarishi natijasida jismlarning o'lchamlarining o'zgarishi. Bu asosan materialning termal kengayish koeffitsientiga bog'liq.

Masalan, temir relslarning yozda cho'zilishi.

4. Yo'nalish bo'yicha deformatsiyalar:

Siqilish deformatsiyasi: Jismning uzunligi yoki hajmi tashqi kuch ta'sirida qisqaradi.

Cho'zilish deformatsiyasi: Jismning uzunligi yoki hajmi tashqi kuch ta'sirida ortadi.

Bukilish deformatsiyasi: Jismning shakli egiladi (masalan, tayanchlar yoki nurlar).

Kesilish deformatsiyasi Jismning bir qismi boshqa qismiga nisbatan siljiydi.

Burilish deformatsiyasi: Jism o'z o'qi atrofida buriladi. Deformatsiyani ifodalash

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

(5.5)

Bu yerda:

ε – nisbiy deformatsiya (birliksiz), - ΔL – jismning uzunligidagi o'zgarish (m), - L_0 – dastlabki uzunlik (m).

Deformatsiyaga ta'sir etuvchi omillar

Materialning elastiklik moduli: Har bir material o'ziga xos elastiklikxususiyatiga ega (Young moduli).

Jismning shakli va o'lchamlari: Uzunroq va ingichka jismlar deformatsiyaga ko'proq moyil bo'ladi.

Tashqi kuchlar: Yuklanishning kattaligi va yo'nalishideformatsiyaning turini belgilaydi.

Harorat o'zgarishi natijasida konstruksiyada deformatsiy yuzaga keladi:

Harorat kengayish yoki qisqarish deformatsiyani yuzaga keltiradi.

Muhandislikda deformatsiya quyidagicha baholanadi:

Deformatsiyani baholash konstruksiyalarning chidamliligini va samaradorligini ta'minlashda muhimdir:

Ko'priklarda: Termal deformatsiya uchun bo'shliqlar va kompensatorlar qo'llaniladi.

Yo'llarda: Harorat o'zgarishlari sababli yoriqlar hosil bo'lishining oldini olish uchun mustahkamlash texnikasi ishlatiladi.

Tayanch devorlar: Yuk ta'sirida deformatsiyani kamaytirish uchun mustahkam materiallar ishlatiladi.

5. Deformatsiyani boshqarish usullari:

➤ **Material tanlash:** Elastiklik va plastiklik ko'rsatkichlari yuqori bo'lgan materiallardan foydalanish.

➤ **Mos dizayn:** Termal deformatsiyalarni qabul qilish uchun maxsus bo'shliqlar va mexanizmlar qo'shish.

➤ **Tashqi yuklarni boshqarish:** Yuklarni teng taqsimlash yoki kamaytirish orqali deformatsiyani cheklash.

➤ **Konstruksiya mustahkamligi:** Qo'shimcha armaturalar va izolyatsiya materiallari bilan kuchaytirish.

Deformatsiya muhandislikda inshootlarning mustahkamligi va xizmat muddatini ta'minlash uchun hisobga olinishi zarur bo'lgan asosiy fizik jarayonlardan biridir. Deformatsiya turlarini va ularga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash orqali konstruksiyalarni samarali loyihalash va ulardan foydalanishni ta'minlash mumkin.

Nazorat savollari:

1. Harorat o'zgarishi temirbeton materiallarga qanday ta'sir qiladi?
2. Temirbeton materiallarning harorat kengayish koeffitsienti qanday aniqlanadi?
3. Harorat o'zgarishidan kelib chiqadigan kuchlanishlarning xavfli tomonlari qanday?

4. Haroratning o'zgarishi natijasida temir va beton o'rtasida qanday ichki kuchlanishlar paydo bo'ladi?
5. Harorat o'zgarishidan kelib chiqadigan kuchlanishlarni kamaytirish uchun qanday material xususiyatlariga e'tibor beriladi?
6. Haroratning mavsumiy sikli temirbeton yo'l qoplamalariga qanday ta'sir qiladi?
7. Harorat o'zgarishlari natijasida hosil bo'ladigan kuchlanishlarni hisoblashda qanday formulalar qo'llaniladi?
8. Agar temirbeton materialning elastiklik moduli va harorat kengayish koeffitsienti ma'lum bo'lsa, harorat o'zgarishi natijasida hosil bo'ladigan kuchlanishni qanday hisoblash mumkin?
9. 20 °C dan 50 °C gacha bo'lgan harorat o'zgarishi natijasida betonning cho'zilish yoki siqilish miqdorini hisoblang.
10. Harorat o'zgarishlaridan hosil bo'lgan kuchlanishni kamaytirish uchun temirbeton konstruktsiyasida qanday profilaktik choralar ko'rish kerak?
11. Yo'llardagi issiqlik kengayish bo'g'inlarining vazifasi nima?
12. Temirbeton materiallarning haroratga bardoshlilikini oshirish uchun qanday texnologiyalar qo'llaniladi?

6-BOB. YO‘LLAR VA YO‘LLARDAGI SUN’IY INSHOOTLAR KONSTRUKTIV ELEMENTLARINING SILJISHI, SIQILISHI VA EGILISHI.

6.1. Yo‘llar va sun’iy inshootlarda yuzaga kelayotgan deformatsiyalarning turlari

Yo‘llar va ularga xizmat qiluvchi sun’iy inshootlar (ko‘priklar, tayanchlar, trubalar va boshqa inshootlar) turli yuklanish va tashqi omillarga duch keladi. Ularning konstruktiv elementlari siljish, siqilish, egilish kabi deformatsion jarayonlarga uchraydi. Bu jarayonlarni tahlil qilish va inshootlarning mustahkamligini ta’minlash muhandislikning muhim yo‘nalishlaridan biridir.

Asfaltbeton qoplamalarda yuqori harorat ta’sirida mustahkamligini kamayishi hisobiga siljish, siqilish, plastik deformatsiyalar yuzaga kelmoqda. Buning natijasida avtomobillarning harakatlanish qulayligi kamayib bormoqda, va transport harajatlari ortib bormoqda.

Asfaltbeton qoplamalarining siqilish, siljish va egilish hisoblangan ekspluatatsion ko‘rsatkichlari, qorishma tarkibidagi tosh materiallarning fizik-mexanik xossalariga, mineral materiallarning donadorlik tarkibiga, bog‘lovchining xossalariga, hamda ishlab chiqilgan optimal tarkibga bog‘liq.

Asfaltbeton qoplamalarining ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini oshirish uchun quyidagilarni e’tiborga olishimiz zarur.

Hozirgi kunda Respublikamizda ayrim hududlarida asfaltbeton qorishmalarini ishlab chiqarishda daryo tosh materiallaridan foydalanib kelinmoqda. Daryo tosh materiallarining yuzasi silliq bo‘lganligi tufayli bog‘lovchi bilan yopishuvchanligi kamayadi, bu ham qoplamaning ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini kamayishiga sabab bo‘ladi. Qorishmaning tarkibini ishlab chiqishda mineral materiallarning fizik - mexanik xossalari va donadorlik tarkibiga ham alohida e’tibor berishimiz shart.

Mamlakatimizda yozgi qoplama harorati 70 °C gacha yetmoqda. Hozirgi mavjud me’yoriy hujjatlarda esa asfaltbeton qoplamalarga 50 °C gacha haroratda texnik

talablar mavjud. Albatta, Respublikamiz issiq iqlim haroratini hisobga olgan holga me'yoriy hujjatlardagi talabni 70 °C ga oshirishimiz zarur.

Asfaltbeton qorishmalarini tayyorlashda asosan BND 60/90 bitumdan foydalanamiz, ushbu bitumning yumshash harorati esa 47 °C ga teng. Issiq iqlim hududlar uchun ushbu bitumning samaradorligi kamroq. Shuning uchun asfaltbeton qorishmalarini tayyorlashda keng miqyosda yuqori haroratga chidamli modifikatsiyalangan bitumlardan foydalanishimiz zarur.

1. Siljish

Siljish – konstruktiv elementlarning bir qismi boshqa qismiga nisbatan ko'ndalang ravishda harakatlanishidir. Siljish odatda quyidagi sabablar bilan bog'liq:

- Tashqi yuklar: Transport vositalaridan kelib chiqadigan dinamik yuklar.
- Zilzila yoki tuproqning harakati: Asos yoki tayanchlarning noturg'unligi.

Siljishni aniqlash ifodasi

Siljish deformatsiyasi quyidagi formulada ifodalanadi:

$$\gamma = \frac{\Delta x}{h} \quad (6.1)$$

Bu yerda:

- γ – siljish burchagi (rad),
- Δx – siljish (m),
- h – qatlamning balandligi yoki qalinligi (m).

Siljishni kamaytirish usullari

- Tayanch va asosning mustahkamligini oshirish.
- Siljishga bardoshli materiallardan foydalanish.
- Zilzilaga chidamli konstruktsiyalar yaratish.

2. Siqilish

2.1. Siqilish jarayoni

Siqilish – tashqi kuch ta'sirida konstruktiv elementlarning uzunligi yoki hajmining kamayishidir.

Siqilish quyidagi holatlarda kuzatiladi:

- Tayanch ustunlari: Transport vositalarining vertikal yukini ko'taradi. - Yo'l qatlamlari: Transport harakati natijasida siqilish deformatsiyasiga uchraydi.

2.2. Siqilish kuchlanishi ifodasi

Siqilish deformatsiyasini aniqlash uchun:

$$\varepsilon = \Delta L / L_0 \quad (6.2)$$

Bu yerda:

ε – nisbiy deformatsiya,

- ΔL – uzunlikdagi o'zgarish (m),

L_0 – dastlabki uzunlik (m).

Kuchlanish (stress) esa:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (6.3)$$

Bu yerda:

- σ – kuchlanish (Pa),

- F – kuch (N),

- A – kesim maydoni (m²).

2.3. Siqilishni kamaytirish usullari

- Siqilishga chidamli materiallardan foydalanish (masalan, yuqori mustahkamlikdagi beton).

- Tayanch ustunlarning kesimini optimallashtirish.

- Yuklarni teng taqsimlash.

3. Egilish

Egilish deganda bo'ylama o'qqa perpendikulyar yuklar yoki shu o'q orqali o'tuvchi kuchlar jufti ta'siridagi g'o'lachaning deformatsiyalanishiga aytiladi.

Bunday kuchlar ta'sirida konstruksiyaning to'g'ri chiziqli geometrik o'qi egri chiziqqa aylanadi, sterjenning bunday deformatsiyasi egilish deyiladi.

Yo'l konstruksiyalarining statikasi va dinamikasi fanida "to'sin" so'zi juda keng ma'noni anglatadi. Ikki uchi tayanchlarda yotadigan va egilishga qarshilik

ko'rsatuvchi g'o'lalar to'sin (balka) deb ataladi. Turli konstruksiya elementlarining egilishi kuzatiladi (6.1-rasm).



6.1-rasm. Inshootlar konstruksiyalarining egilishi.

To'singa tashqi kuchlar va tayanchlarning reaksiyalari ta'sir etadi. Bular ta'sirida to'sin egiladi va o'qi qiyshayadi. Egilishda to'sinning ko'ndalang kesimlarida eguvchi momentlar M va ko'ndalang kuchlar Q vujudga keladi. SHuning uchun kesimning har bir nuqtasida normal va urunma kuchlanishlar ta'sir qiladi. To'sinning egilishi og'irliklari ta'sir qiladigan tekislikda yuz beradi; bu tekislik kuch tekisligi deyiladi.

Agar barcha tashqi yuklar (tayanch reaksiya bilan birga) to'sinning bo'ylama o'qidan o'tuvchi bitta tekislikda yotsa va bu tekislik simmetriya tekisliklari bilan ustma-ust tushsa, uholda egilish ham simmetriya tekislikda hosil bo'lsa, bunday egilish tekis egilish deyiladi. To'singa qo'yilgan yuklar uning simmetriya tekisligida yotmasa, bunday egilish qiyshiq egilish deyiladi. Agar kesimlarda faqat bir ichki zo'riqish –eguvchi moment vujudga kelgan holdagi egilish sof egilish deyiladi. Bunda ko'ndalang kuch nolga teng bo'ladi. Agar kesimda eguvchi moment tashqari a ko'ndalang kuch mavjud bo'lsa bunday egilish ko'ndalang egilish deyiladi.

To'sinning ko'ndalang kesimlaridagi ichki zo'riqishlarni kesimlarda paydo bo'luvchi kuchlanishlar muvozanatlaydi. Bu degani eguvchi momentni normal kuchlanish, kesuvchi kuchni esa urunma kuchlanish muvozanatlaydi. Demak, normal kuchlanish faqat eguvchi momentga, urunma kuchlanish esa kesuvchi kuchga bog'liq ekan.

$$\sigma = \sigma(M) \quad (6.4)$$

$$\tau = \tau(M) \quad (6.5)$$

To'sinlarda o'q orqali o'tuvchi kuchlar kesimida hosil bo'ladigan zo'riqish kuchlarini aniqlash uchun kesish usulidan foydalaniladi. To'singa qo'yilgan tashqi kuchlardan tashqari, tayanchlarning ham to'singa ta'siri tashqi kuchlar qatoriga kiradi. SHuning uchun to'sinlarning hisoblashni tayanch reaksiyalarini aniqlashdan boshlanadi. Tekislikda joylashgan to'sinlarga oid tayanchlar uch xil bo'ladi.

3.1. Egilish jarayoni

Egilish – konstruktsiya elementining tashqi kuch ta'sirida o'qi bo'ylab egilishi. Egilish ko'pincha: Nurlar va to'sinlar: Ustunlar orasidagi o'tish qismida yuzaga keladi.

- Ko'prik konstruktsiyalari: Yuklar ko'prik ustida bir tekis taqsimlanmaganida yuzaga chiqadi.

3.2. Egilishni matematik ifodasi

Egilishni aniqlash uchun materialning egilish tenglamasi ishlatiladi:

$$M = E * I * \frac{d^2y}{dx^2} \quad (6.6)$$

bu yerda:

M – moment (N·m),

E – elastiklik moduli (Pa),

I – inersiya momenti (m⁴),

y – deformatsiya (m), - x – masofa (m).

3.3. Egilishni kamaytirish usullari

Konstruktsiyani mustahkam materiallardan tayyorlash.

Yuklarni teng taqsimlash.

Tayanch oraliqlarini optimallashtirish.

Yo'llar va sun'iy inshootlarda deformatsiyalarni boshqarish

1. Material tanlash:

Har xil yuklanishlarga chidamli materiallardan foydalanish.

Beton, po'lat va armatura sifatini nazorat qilish.

2. Konstruktiv yechimlar:

Yuklarni teng taqsimlash uchun mos dizaynlar yaratish.

Zaxira bo'shliqlarini (kompensatsiya bo'shliqlari) qo'llash.

3. Monitoring tizimlari:

Inshootlarda deformatsiyalarni kuzatish uchun sensorlar o'rnatish.

4. Ta'mirlash va profilaktika:

Deformatsiyalarni aniqlash va ularni bartaraf etish uchun muntazam texnik xizmat.

6.2. Yo'llardagi konstruksiyalarni yo'l qo'yiladigan elastik egilish bo'yicha yaxlit hisoblash

Yo'l to'shamasi konstruksiyasini yaxlit hisoblash quyidagi sharoitda elastik egilish qiymati bo'yicha mustahkamlik va ishonchlilik talablarini qondiradi:

$$E_{ob} \geq E_{tin} K_{np}^{mp} \quad (6.7)$$

bunda; E_{ob} – konstruksiyaning umumiy hisobiy elastiklik moduli, MPa;

E_{tin} – konstruksiyaning minimal talab etiladigan umumiy elastiklik moduli, MPa;

K_{np}^{mp} - talab qilinadigan ishonchlilik darajasiga bog'liq ravishda elastik egilish mezoni bo'yicha qabul qilinadigan yo'l to'shamasining talab etilgan mustahkamlik koeffitsienti (3.6-band va 3.1-jadvalga qarang).

Konstruksiyaning minimal talab etiladigan umumiy elastiklik moduli qiymati empirik formula bo'yicha hisoblanadi:

$$E_{tin} = 98.65[\lg(\sum N_p) - c] \quad (\text{MPa}), \quad (6.8)$$

bunda; $\sum N_p$ – 3.23 b.ga muvofiq (6.7 va 6.8 formulalar) belgilanadigan yo'l to'shamasi xizmat muddati davomida yuklanishlarni jamlangan hisobiy soni;

s- o'qqa tushadigan hisobiy yuklama uchun 100 kN - 3,55; 110 kN - 3,25; 130 kN - 3,05 ga teng qabul qilinadigan empirik parametr.

Izoh: 1. formuladan $\sum N_p > 4 \cdot 10^4$ bo'lganda foydalanish kerak

(6.8) formula bo'yicha olingan natijadan qat'iy nazar, talab qilinadigan elastiklik moduli 6.1-jadvalda ko'rsatilganlardan kichik bo'lmasligi kerak.

Konstruksiyaning umumiy hisobiy elastiklik moduli ko'p qatlamli muhitlar modellari uchun elastiklik nazariyasi echimi bo'yicha qurilgan 6.1-rasmdagi monogramma yordamida aniqlanadi.

Ko'p qatlamli konstruksiya unga ekvivalent ravishda bir qatlamiga keltirishni qatlamlab, to'shalgan gruntdan boshlab olib boriladi.

Gruntlar va materiallarning elastik modullarini hisobiy qiymatlarini ko'rsatmalarga muvofiq qabul qilishga yo'l qo'yiladi.

Tarkibida organik bog'lovchilar bor materiallar elastiklik modullarining qiymatini 6.1 –jadval bo'yicha $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ haroratda barcha iqlim kichik mintaqalarida qabul qilish zarur.

Yo'l qo'yiladigan elastik egilish bo'yicha (deformatsiyaning talab qilinadigan moduli bo'yicha) hisob-kitobni quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi:

1. Konstruksiyaning talab qilinadigan minimal umumiy moduli 6.8 formula bo'yicha aniqlanadi.

2. Konstruksiyaning modullari va avvaldan qatlamlar qalinligi tayinlanadi (asos qalinligidan tashqari).

3. Konstruksiya hisob-kitobini yuqoridan pastga qarab bajarayotib,

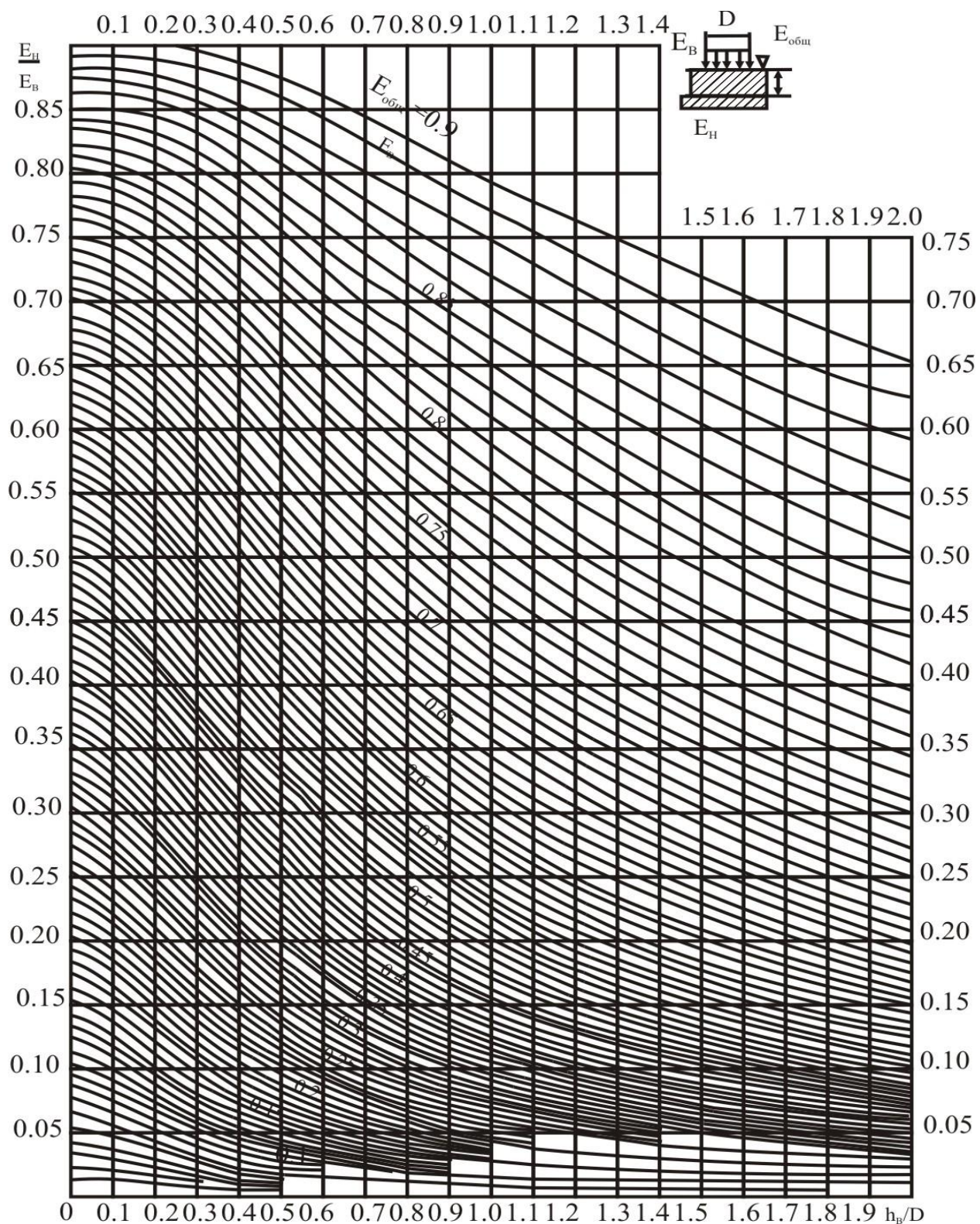
- 3.1-rasmda ko'rsatilgan nomogramma yordamida har bir konstruktiv qatlam sirtidagi talab qilinadigan modullari aniqlanadi.

4. Konstruksiya hisob-kitobini pastdan yuqoriga qarab bajaryotib, yuqoridan hisoblashda olingan asosning sirtidagi kerakli modulni ta'minlaydigan asos qalinligi aniqlanadi (uning berilgan modulida).

6.3. Avtomobil yo'llarida to'shalgan grunt va kam bog'langan konstruktiv qatlamlarning siljishga chidamliligi sharti bo'yicha hisob-kitobi

Yo'l to'shamasini to'shaladigan grunt va kam bog'langan (qumli) qatlamlarda qisqa muddatli yoki uzoq yuklanishlar tufayli xizmatning butun muddati mobaynida shakl o'zgarishining yo'l qo'yilmaydigan qoldiq deformatsiyalari

to'planmasligi hisob-kitobidan kelib chiqib loyihalanadi. Yo'l poyining gruntida va kam bog'langan (qumli) qatlamlarda quyidagi shart ta'minlangan bo'lsa:



6.1 rasm. Ikki qatlamli tizim elastikligining umumiy modulini E_{umum} aniqlash uchun monogramma.

Yo'l toifasi	Hisobiy yuklamaning ko'proq yuklangan tasmaga qo'yilishining yig'indili minimal hisobiy soni	To'shamaning talab qilinadigan elastiklik moduli, MPa		
		Mukammal	Yengil	O'tuvchi
I	750000	230	-	-
II	500000	220	210	-
III	375000	200	200	-
IV	110000	-	150	100
V	40000	-	100	50

$$T \leq \frac{T_{np}}{K_{np}^{mp}}, \quad (6.9)$$

konstruksiya-dagi siljishning yo'l qo'yilmaydigan deformatsiyalari to'planmaydi.

Bunda, K_{np}^{np} - ishonchlilikning berilgan darajasi hisobga olinib aniqlanadigan, mustahkamlik koeffitsientining talab qilinadigan minimal qiymati (6.1-jadvalga qarang);

T - amaldagi vaqtincha yuklanishdan konstruksiyaning hisoblanadigan nuqtasida (eng xavfliroq) siljishning hisoblanadigan faol zo'riqishi;

T_{pr} - oshirib yuborilishi siljishga mustahkamlikni keltirib chiqaradigan (3.35-b) siljishning faol zo'riqishi (o'sha nuqtaning o'zida).

Amaliy hisoblashlarda ko'p qatlamli yo'l konstruksiyasi ikki qatlamli hisoblash moduliga keltiriladi.

Yo'l konstruksiyasi mustahkamlikka hisoblanganda yo'l poyi gruntining siljishga chidamliligi bo'yicha quyi qatlam sifatida grunt olinadi (uning xususiyatlari bilan), yuqori sifatida esa- butun yo'l to'shamasi qabul qilinadi. Yuqori qatlam qalinligi h_6 to'shama qatlamlari qalinligi yig'indisiga teng deb qabul qilinadi $(\sum_{i=1}^n h_i)$.

Yuqori qatlamning elastiklik moduli oʻrta oʻlchab koʻrilgan sifatida quyidagi formula boʻyicha hisoblab chiqiladi:

$$E_b = \sum_{i=0}^n E_i h_i : \sum_{i=0}^n h_i \quad , \quad (6.10)$$

bunda; n – yoʻl toʻshamasi qatlamlari soni;

E_i - i - qatlamdagi elastiklik moduli;

h_i - i - qatlami qalinligi.

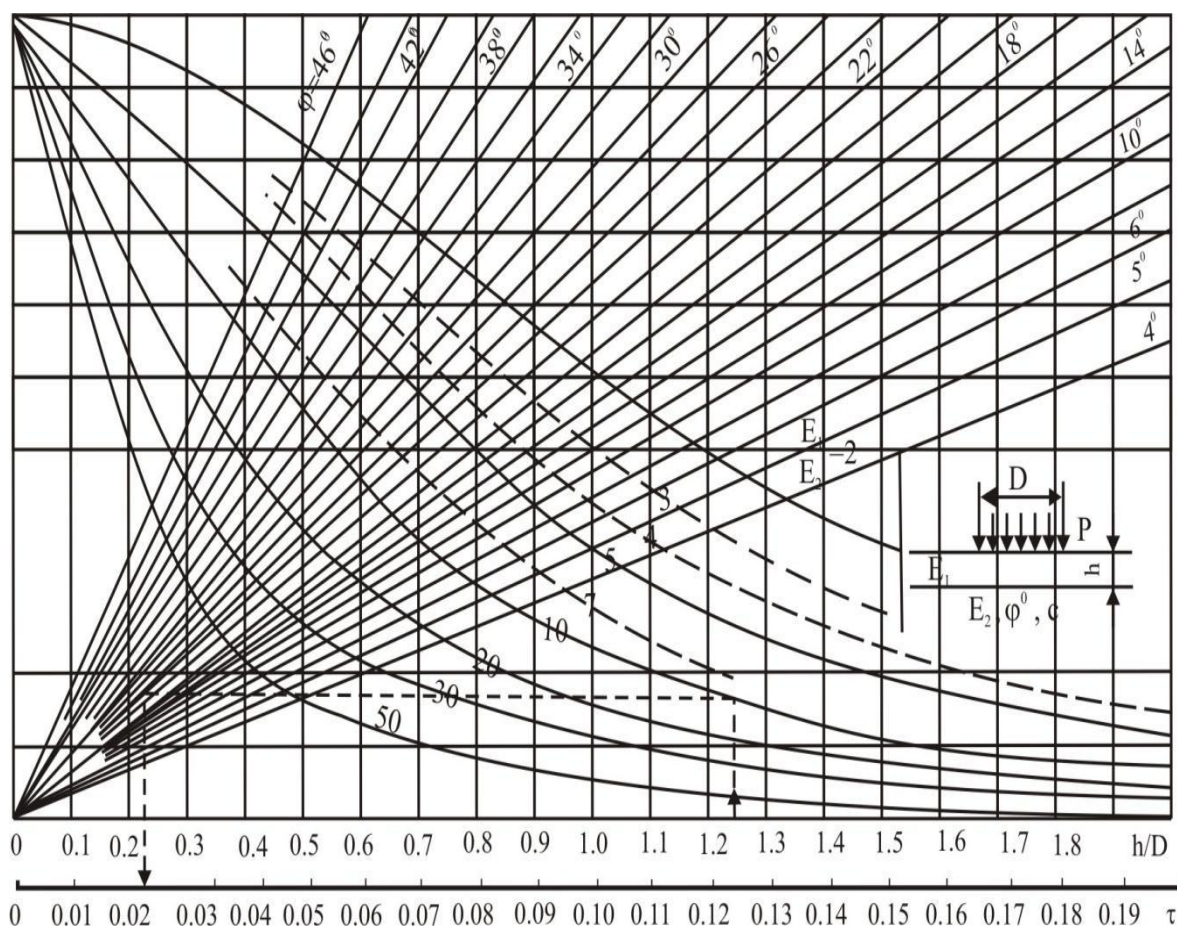
Qumli qatlamda asosning 6.2-rasmdagi nomogramma yordamida siljishga chidamlilik sharti boʻyicha hisoblashda ikki qatlamli modelning quyi qatlamiga qumli qatlamning oddiy xususiyatlari shartli ravishda beriladi (c_p , ϕ_p), elastiklik moduli esa 3.27-band boʻyicha aniqlanadigan qumli qatlamning sirtidagi umumiy modulga teng deb qabul qilinadi; modelning yuqori qatlami qalinligi qumli qatlam ustida yotadigan qatlamlarning umumiy qalinligiga teng deb qabul qilinadi, E_v elastiklik moduli esa bu qatlamlar uchun oʻrta oʻlchangan qiymat sifatida hisoblab chiqiladi.

Materiallarning elastiklik moduli qiymati siljishga chidamlilik shartlari boʻyicha yoʻl toʻshamasini hisoblayotganda organik bogʻlovchining miqdori jadvalda koʻrsatilgan haroratlarga muvofiq qabul qilinadi.

6.2-jadval

Yoʻl-iqlim kichik mintaqalari	I	II	III	IV
Hisobiy harorat, °C	+70	+60	+50	+40

Izoh: nomogrammadan foydalanishda $\bar{\tau}_n$ aniqlash uchun ϕ kattalik dinamik yuklanish holatlari uchun qabul qilinadi (qoʻyilishlar soni hisobga olinib), (Ilova V, P2.6 va P2.8- jadvallarga qarang).



6.2-rasm. Ikki qatlamli tizimning quyi qatlamida vaqtinchalik yuklanishdan siljishning faol zo‘riqlashini aniqlash uchun nomogramma ($h_v/D = 0 \div 2,0$ bo‘lganda)

Gruntda yoki qumli qatlamda harakat qiluvchi siljishning faol zo‘riqlashi (T) quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

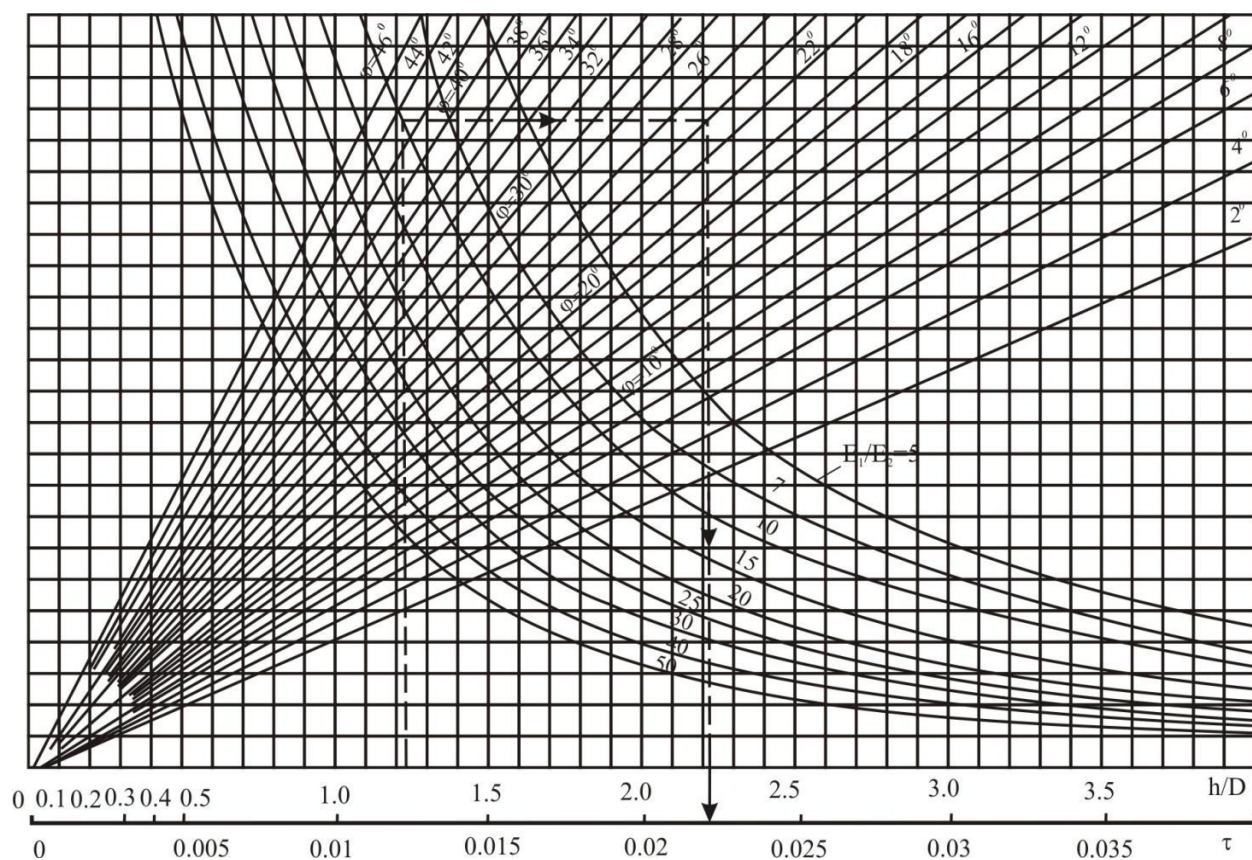
$$T = \bar{\tau}_h p \quad (6.11)$$

bunda τ_n – nomogramma yordamida aniqlanadigan yagona yuklanishdan siljishning solishtirma faol zo‘riqlashi (6.2 va 6.3 rasmlar);

r – g‘ildirakdan qoplamaga tushadigan hisobiy bosim.

T_{pr} siljishning ishchi qatlamni gruntdagi (yoki oraliq qatlamning qumli materialidagi) eng oxirgi faol zo‘riqlashi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$T_{pr} = s_N k_d + 0,1 \gamma_{sr} z_{op} \tan \varphi_{st,,} \quad (6.12)$$



6.3-rasm. Ikki qatlamli tizimning quyi qatlamida vaqtinchalik yuklanishdan siljishning faol zo‘riqlashini aniqlash uchun nomogramma ($h_{\sqrt{D}}=0\div4,0$ bo‘lganda) bunda s_N – yuklanishning takrorlanishi bilan qabul qilinadigan er to‘shamasining gruntida (yoki oraliq qum qatlamida) tishlashish, MPa.

k_d – tutib turuvchi asosning quyi qatlami bilan chegarada ishchi konstruksiyasining o‘ziga xosligini hisobga oluvchi koeffitsient.

Mustahkamlangan materiallardan quyi qatlamni barpo qilishda, shuningdek, geoto‘qimaning oraliq qatlamini ajratuvchi «asos-qum qatlami» chegarasida yotqizishda, k_d qiymatni quyidagilarga teng deb olish kerak:

- qumli qatlamda yirik qum ishlatilganda - 4,5;
- qumli qatlamda o‘rtacha kattalikdagi qum ishlatilganda - 4,0;
- qumli qatlamda mayda qum ishlatilganda - 3,0;
- qolgan barcha holatlarda - 1,0.

z_{op} – konstruksiyaning yuqorisidan siljishga chidamlilikka tekshiriladigan qatlam yuzasining joylashish chuqurligi, sm;

γ_{sr} – tekshiriladigan qatlamdan yuqorida joylashgan konstruktiv qatlamlarning oʻrtacha tortilgan solishtirma vazni, kg/m^3 ;

φ_{st} – yuklanishning statik taʼsirida tekshiriladigan qatlam materialining ichki ishqalanish burchagining kattaligi.

Barcha holatlarda grunt va kam bogʻlangan qatlamlarning ichki ishqalanish burchagi hisoblanadigan qiymatlari sifatida yuklanishning taʼmirlashlararo muddati uchun ΣN_p hisoblanadigan taʼsirning yigʻindi soniga javob beradigan uning qiymati ishlatiladi. Bu kattalik yuqoridagi formula boʻyicha hisoblanadi.

Konstruksiyaning mustahkamligi va deformatsiyalanishi holatiga muvofiq keladigan yuqoridagi formulaga kiruvchi yildagi hisoblanadigan kunlar kattaligi T_{rdg} maxsus mintaqaviy maʼlumotli axborotlar boʻyicha aniqlanadi. Oʻzbekiston mintaqalari uchun Ilova F ning maʼlumotlaridan foydalanish lozim. (6.1-rasm va 6.1-jadval).

Yoʻl poyining gruntida, shuningdek yoʻl qoplamalari oraliq qatlamlarining qumli materiallarida siljishga qarshilik boʻyicha yoʻl toʻshamasini hisoblash quyidagi ketma-ketlikda olib boriladi:

a) 6.2-jadval boʻyicha erta bahor (hisoblanadigan) davrining maksimal imkoniyatli haroratlariga mos keladigan asfaltbetondan qatlamlar uchun elastiklikning hisoblanadigan moduli tayinlanadi;

b) 6.2 - yoki 6.3 –rasm boʻyicha yagona vaqtincha yuklanishidan τ_n siljishning faol zoʻriqlari aniqlanadi. Buning uchun koʻp qatlamli konstruksiya ikki qatlamli modellarga olib kelinadi;

v) (6.13) formula boʻyicha siljishning yoʻl poyi gruntidagi yoki toʻshamaning qumli qatlamidagi hisoblanadigan zoʻriqlari aniqlab chiqiladi;

g) (6.11) formula boʻyicha siljishning eng oxirgi zoʻriqlari aniqlab chiqiladi;

d) (6.8) formula boʻyicha mustahkamlikning shartlari bajarilishi tekshiriladi (talab etiladigan ishonchlilik hisobga olinib);

e) zarur boʻlganda, konstruktiv qatlamlarning qalinligi oʻzgartirilib, yuqoridagi bandi shartini qoniqtiruvchi konstruksiya saralab olinadi.

6.4. Avtomobil yo'llari nobikr qoplamlarida yaxlit qatlamlarning egilishda konstruksiyaning qarshilikka hisoblash

Yo'l to'shamasining yaxlit qatlamlarida (asfaltbeton, kompleks va noorganik bog'lovchilar va boshqalar bilan mustahkamlangan) to'shamaning egilishida paydo bo'ladigan takrorlanuvchi qisqa muddatli yuklanishlar ta'siri ostidagi zo'riqishlar xizmatning berilgan muddati davomida toliqqan buzilishdan yoriqlar paydo bo'lishiga olib kelmasligi kerak. Buning uchun quyidagi shartlar ta'minlanishi lozim:

$$\sigma_T < \frac{R_N}{K_{np}^{mp}} \quad (6.12)$$

bunda K_{np}^{mp} - ishonchlilikning berilgan darajasi hisobga olingan mustahkamlikning talab qilinadigan koeffitsienti (6.1-jadval);

R_N – qatlam materialining toliqish holatlari hisobga olinib, egilgandagi cho'zilishi ;

σ_r - ko'rib chiqilayotgan qatlamda hisoblash bilan o'rnatiladigan ko'proq cho'ziladigan zo'riqish.

Yaxlit qatlamda egilish paytidagi ko'proq cho'ziladigan zo'riqish σ_r ikki qatlamli modelning real konstruksiyasiga olib kelinib, nomogramma (6.4-rasm) yordamida aniqlanadi.

Modelning yuqori qatlamiga hisoblab chiqiladigani ham qo'shilganda, barcha asfaltbeton qatlamlar tegishli bo'ladi. Modelning yuqori qatlami qalinligi h_v asfaltbeton qatlamlarning paketiga kiruvchi qalinlikning summasiga teng deb qabul qilinadi ($\sum h_i$).

Modulning yuqori qatlami elastiklik modulining qiymati asfaltbeton qatlamlarning butun paketi uchun o'rtacha o'lchanadigan sifatida 6.9 formula bo'yicha o'rnatiladi.

Modelning quyi (yarim cheksiz) qatlami bo'lib yo'l poyining ishchi qatlami gruntini ham qo'shganda asfaltbeton qatlamlar paketining kuyisida joylashgan konstruksiyaning qismi xizmat qiladi.

Modelning quyi qatlami elastiklik modulini qatlamli tizimni qattiqlik bo'yicha teng miqdorga olib kelish yo'li bilan 6.1-rasmdagi nomogramma yordamida aniqlanadi.

6.4-rasmdagi nomogrammadan foydalanganda hisoblanadigan cho'ziladigan zo'riqish quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

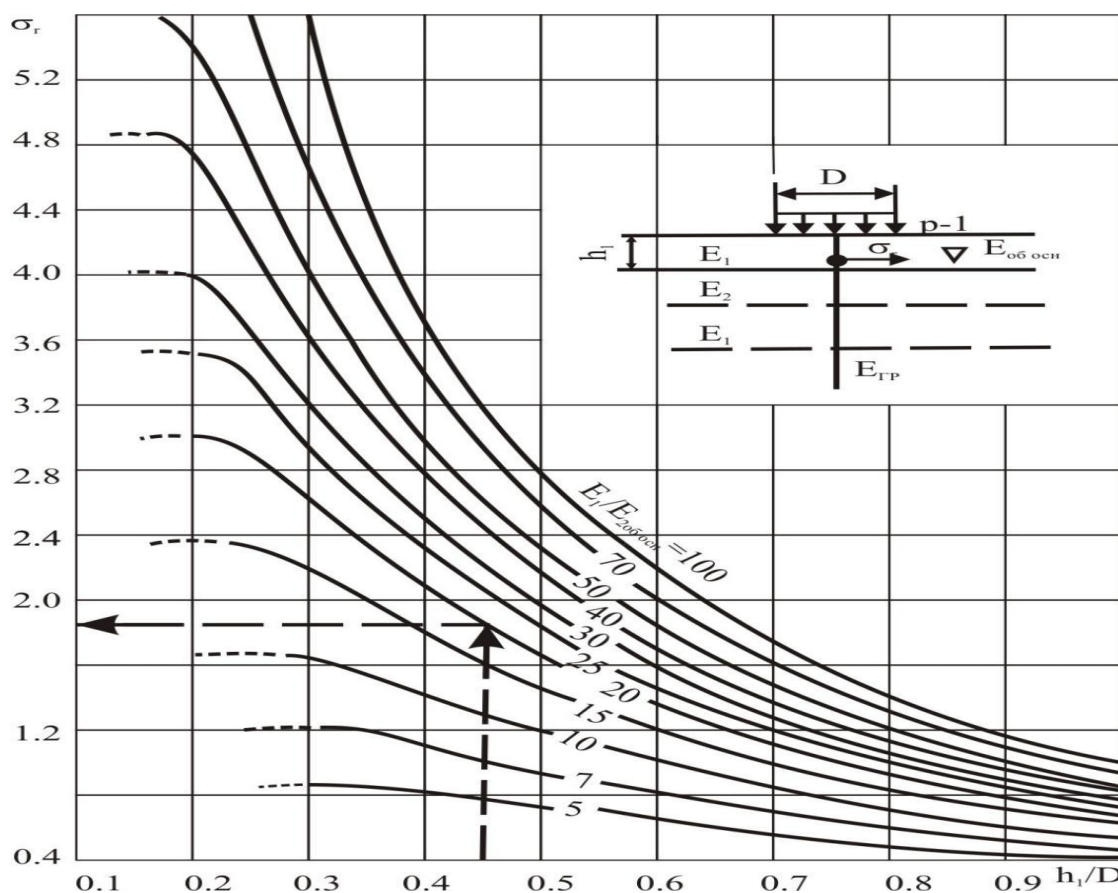
$$\sigma_r = \bar{\sigma}_r * p * k_b \quad (6.13)$$

bunda $\bar{\sigma}_r$ – 6.4-rasmdagi nomogramma bo'yicha aniqlanadigan, yuklanishni uzatadigan maydonchani hisoblanadigan diametrlarida yuklanishdan cho'ziladigan zo'riqish;

κ_θ – qo'shaloq ballon ostida konstruktsiya qoplamasining taranglik holatining o'ziga xosliklarini hisobga oladigan koeffitsient. 0,85 ga teng deb olinadi (bir ballonli g'ildirakka $k_v = 1,00$ hisoblanganda);

r – 6.1-jadvali bo'yicha qabul qilinadigan hisoblanadigan bosim.

Foydalanish tartibi 6.4-rasmda o'qlar bilan ko'rsatilgan.



6.4-rasm. Ikki qatlamli tizimning yuqori yaxlit qatlamida egilish paytida σ_r cho'ziluvchan zo'riqishni aniqlash uchun nomogramma

Yaxlit qatlamning materialining egilishdagi ko'p martali cho'zilishida materialning mustahkamligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$R_N = R_0 k_1 k_2 (1 - v_R t), \quad (6.14)$$

bunda; R_0 -jadval ma'lumotlari bo'yicha qabul qilinadigan bir martalik yuklanish qo'yilishida hisoblanadigan bahorgi past haroratdagi egilishda cho'zilishga eng ko'p qarshilikning (mustahkamlik) me'yoriy qiymati (6.1-jadval);

k_1 – yuklanishning ko'p martalik qo'yilishida toliqqanlik holatlari oqibatida mustahkamlik pasayishini hisobga oluvchi koeffitsient ;

k_2 – ob-havo va iqlim omillari ta'siridan vaqt mobaynida mustahkamlik pasayishini hisobga oluvchi koeffitsient (6.3-jadval);

v_R – cho'zilishga mustahkamlik variantlarining koeffitsienti

t – me'yoriy og'ish koeffitsienti.

6.3-jadval

T/r	Hisobiy qatlam materiali	k_2
1	Yuqori zich	1,0
2	Zich	
3	I markali	0,95
4	II markali	0,90
5	III markali	0,80
6	G'ovak va yuqori g'ovakli	0,80
7	Organomineral qorishmalar	0,80

Toliqqanlik jarayonlarining mustahkamlikka ta'sirini aks ettiradigan k_1 koeffitsient, quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$K_1 = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\Sigma N_p}} \quad (6.15)$$

bunda; ΣN_p – xizmat muddati uchun hisoblanadigan sutkalar sonini hisobga olish bilan (6.3) yoki (6.4) formulalar bilan aniqlanadigan yaxlit qoplamaning xizmat muddati davomida hisoblanadigan yuklanishlar qo'yilishining yig'indi soni;

t – hisoblanadigan yaxlit qatlamning materialiga bog'liq bo'lgan daraja ko'rsatkichi;

α – takror yuklanish bilan real va laboratoriya tartiblarida farqni hisobga oluvchi koeffitsient, shuningdek vaqt bo'yicha qoplamaning hisoblanadigan (past) harorati va ishchi qatlami grundi hisoblanadigan holatining 6.1-jadvali bo'yicha aniqlanadigan mos kelishlik ehtimoli.

Toliqqanlik mustahkamligini hisoblash quyidagi tartibda bajariladi:

a) konstruksiya ikki qatlamli modelga olib kelinadi va

$$\frac{h_b}{D}, \frac{E_b}{E_{np}} \quad (6.16)$$

munosabatda aniqlanadi;

b) 6.4-rasmdagi nomogramma bo'yicha olingan parametrlar bo'yicha $\bar{\sigma}_r$ qiymat topiladi va (6.13) formula bo'yicha hisoblanadigan cho'ziladigan zo'riqish hisoblab chiqiladi;

s) (6.13) formula bo'yicha eng chekka cho'ziluvchan zo'riqish hisoblanib chiqiladi. Asfaltbeton qatlamlar paketida R_N eng oxirgi cho'ziluvchan zo'riqish sifatida asfaltbeton paketning quyi qatlami materialiga javob beradigan qiymat qabul qilinadi;

d) (6.12) formuladagi shart tekshirib chiqiladi va zarur bo'lganda konstruksiya tuzatiladi.

Yo'l va sun'iy inshootlarning konstruktiv elementlarida siljish, siqilish va egilish jarayonlarini nazorat qilish muhandislikda katta ahamiyatga ega. Ushbu deformatsiyalarni oldindan hisobga olish, kamaytirish va boshqarish konstruktsiyalarning xavfsizligini va uzoq muddat xizmat qilishini ta'minlaydi. Zamonaviy materiallar va texnologiyalar yordamida deformatsiyalarni samarali boshqarish yo'llari ishlab chiqilgan.

Nazorat uchun savollar:

1. Yo'llarning konstruktiv elementlari nima va ular qanday vazifalarni bajaradi?

2. Sun'iy inshootlarning turlari va ularning har biri qanday vazifalarni bajaradi?
3. Siljish jarayoni qanday yuzaga keladi va uning asosiy sabablari nimalardan iborat?
4. Siqilishdagi zo'riqishlarni qanday o'lchash va tahlil qilish mumkin?
5. Egilish jarayonida konstruktiv elementlar qanday deformatsiyaga uchraydi?
6. Avtomobil yo'llarida dinamik yuklar qanday ta'sir ko'rsatadi?
7. Siqilish, siljish va egilish jarayonlarining yo'llar va inshootlarning ishlash muddatiga ta'siri qanday?
8. Konstruktiv elementlarda termal kengayish natijasida qanday deformatsiyalar kuzatiladi?
9. Sun'iy inshootlarda yoriqlar va sinishlar qanday yuzaga keladi va buni oldini olish uchun qanday choralar ko'riladi?
10. Zo'riqishlarning ta'sir chiziqlari nima va ularni hisoblashning ahamiyati qanday?

7-BOB. SIQILISHDAGI KUHLANISHLARNI ANIQLASH.

7.1. Siqilish deformatsiyasi va uning tahlili

Materiallar mexanikasi va mustahkamlik nazariyasida siqilish yoki bosim ta'sirida yuzaga keladigan kuchlanishlar muhim o'rin tutadi. Bu kuchlanishlarni to'g'ri aniqlash konstruksiyalarning xavfsizligi va samaradorligini ta'minlash uchun zarurdir. Mazkur ma'ruza siqilishdagi kuchlanishlarni aniqlashning asosiy nazariyalari, usullari va amaliy qo'llanmalari haqida ma'lumot beradi.

Siqilish va uning xususiyatlari

Siqilish - materialga ichki kuchlar ta'siri natijasida uzunlamasiga qisqarish sodir bo'ladigan mexanik jarayon. Siqilish kuchlanishlarini quyidagi formula yordamida aniqlash mumkin:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (7.1)$$

Bu yerda: σ - siqilish kuchlanishi (Pa);

F - kuch (N);

A - siqilayotgan kesim maydoni (m²).

Asfaltbeton qoplamalarning 0 ° C haroratda siqilishdagi mustahkamlik chegarasini aniqlash.

Asfaltbeton qoplamalarning 0 °C haroratda siqilishdagi mustahkamlik chegarasi aniqlashning sinov usuli GOST 12801 ning 15 - bandida ko'rsatilgandek quyidagi tartibda bajariladi:

Asfaltbeton kern namunalari 0 ± 2 °C haroratdagi maxsus suvli hammomda 60 daqiqa davomida saqlanadi. Keyin namunani maxsus idishdagi suvga solinadi, idishdagi suvning harorati ham 0 ± 2 °C bo'lishi kerak. Idishdagi namunani In Test gidravlik pressda $3 \pm 0,3$ mm/min. tezlikda siqamiz.

Asfaltbeton qoplamalarning 20 ° C haroratda siqilishdagi mustahkamlik chegarasini aniqlash.

Asfaltbeton qoplamalarining 20 °C haroratda siqilishdagi mustahkamlik chegarasi aniqlashning sinov usuli GOST 12801 ning 15 - bandida ko'rsatilgandek quyidagi tartibda bajariladi:

Asfaltbeton kern namunalari 20 ± 2 °C haroratdagi maxsus suvli hammomda 60 daqiqa davomida saqlanadi. Keyin namunani maxsus idishdagi suvga solinadi, idishdagi suvning harorati ham 20 ± 2 °C bo'lishi kerak. Idishdagi namunani In Test gidravlik pressda $3 \pm 0,3$ mm/min. tezlikda siqamiz. Siqilishdagi mustahkamlik chegarasi quyidagi formula orqali hisoblanadi.

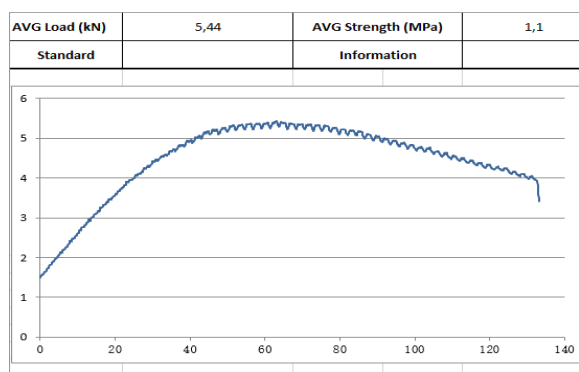
Asfaltbeton qoplamalarning 50 °C haroratda siqilishdagi mustahkamlik chegarasini aniqlash.

Asfaltbeton qoplamalarining 50 °C haroratda siqilishdagi mustahkamlik chegarasi aniqlashning sinov usuli Γ OCT 12801 ning 15 - bandida ko'rsatilgandek quyidagi tartibda bajariladi:

Asfaltbeton kern namunalari 50 ± 2 °C haroratdagi maxsus suvli hammomda 60 daqiqa davomida saqlanadi. Keyin namunani maxsus idishdagi suvga solinadi, idishdagi suvning harorati ham 50 ± 2 °C bo'lishi kerak. Idishdagi namunani In Test gidravlik pressda $3 \pm 0,3$ mm/min. tezlikda siqamiz.

Namunaning 70 °C haroratda siqilishdagi mustahkamlik chegarasini aniqlash.

Asfaltbeton qoplamalarining 70 °C haroratda siqilishdagi mustahkamlik chegarasi aniqlashning sinov usuli Γ OCT 12801 ning 15 - bandida ko'rsatilgandek quyidagi tartibda bajariladi:



3.11-rasm. Asfaltbeton qoplamaning siqilishdagi mustahkamlik chegarasini aniqlash jarayoni.

Asfaltbeton kern namunalari 70 ± 2 °C haroratdagi maxsus suvli hammomda 60 daqiqa davomida saqlanadi. Keyin namunani maxsus idishdagi suvga solinadi, idishdagi suvning harorati ham 70 ± 2 °C bo'lishi kerak. Idishdagi namunani In Test

gidravlik pressda $3 \pm 0,3$ mm/min. tezlikda siqamiz. Siqilishdagi mustahkamlik chegarasi quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$R_{70} = \frac{P}{F} 10^{-2} \quad (7.2)$$

bu yerda,

P – asfaltbeton namunaga ta'sir etuvchi kuch, N

F – asfaltbeton namunaning yuzasi, sm^2

10^{-2} – Mpa ga aylantirish koeffitsienti.

Siqilishdagi kuchlanishlarni aniqlashning asosiy usullari

1. Nazariy yondashuv:

Guk qonuni: siqilishdagi elastik deformatsiyani tasvirlaydi.

Chiziqli elastiklik chegarasida kuchlanish va deformatsiya orasidagi bog'liqlik:

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (7.3)$$

Bu yerda ϵ - nisbiy deformatsiya,

ΔL - uzunlikning o'zgarishi,

L_0 - dastlabki uzunlik.

2. Eksperimental usullar:

Strain gauge (deformatsiya o'lchagichlar) yordamida deformatsiyani aniqlash.

Optik usullar: lazer va interferometriya.

7.2. Siqilishdagi kuchlanishlarni aniqlashda Guk qonuni

Guk qonuni — materiallar elastik deformatsiyasini tavsiflovchi asosiy qonunlardan biri bo'lib, elastiklik chegarasida kuchlanish va deformatsiya orasidagi chiziqli bog'liqlikni ifodalaydi. Ushbu qonun Angliyalik olim Robert Guk tomonidan 1678-yilda kashf etilgan va u materiallar mexanikasining nazariy asosi sifatida keng qo'llaniladi.

Matematik ifoda

Guk qonuni quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\sigma = E\epsilon \quad (7.4)$$

Bu yerda:

- σ — kuchlanish (Pa yoki N/m²);
- E — elastiklik moduli (Young moduli) (Pa);
- ϵ — nisbiy deformatsiya (o'lchamsiz kattalik).

Nisbiy deformatsiya quyidagicha aniqlanadi:

1. Chiziqli elastiklik zonasi

Guk qonuni faqat material chiziqli elastiklik zonasi ichida amal qiladi, ya'ni kuchlanish va deformatsiya o'zaro to'g'ri proportsional bo'ladi. Ushbu zonadan tashqarida material plastik deformatsiyaga o'tadi.

2. Elastiklik moduli (E)

Elastiklik moduli materialning mustahkamlik va deformatsiyaga chidamliligini belgilaydi.

Yuqori E moduli materialning deformatsiyaga nisbatan chidamli ekanligini ko'rsatadi (masalan, po'lat).

Qo'llanilishi

1. Qurilishda:

- Beton va metall konstruksiyalar mustahkamligini aniqlash.

2. Mashinasozlikda:

- Mashina qismlarining elastik deformatsiyasini hisoblash.

3. Materiallar sinovida:

- Materiallarning elastiklik chegarasini va mustahkamligini aniqlash.

Guk qonuni chegaralari.

Guk qonuni faqat quyidagi sharoitlarda to'g'ri ishlaydi:

- Material elastiklik chegarasidan chiqmagan bo'lsa.
- Deformatsiya nisbatan kichik bo'lsa.
- Material gomogen va izotrop bo'lsa (har tomondan bir xil xususiyatlarga ega).

Guk qonuni materiallar mexanikasi va muhandislikning turli sohalarida muhim ahamiyatga ega. Uning yordamida elastik deformatsiyalarni tahlil qilish va

muhandislik inshootlari xavfsizligini ta'minlash mumkin. Shu bilan birga, ushbu qonun chiziqli elastiklik chegarasida to'g'ri ishlashini unutmaslik lozim.

Siqilishdagi kuchlanishlarni aniqlashda materiallarning roli

Materialning elastiklik moduli E va siqilishga chidamlilik chegarasi siqilish jarayonida hal qiluvchi ahamiyatga ega. Har bir material o'ziga xos mexanik xususiyatlarga ega:

Po'lat: yuqori elastiklik moduli va chidamlilik.

Yog'och: elastiklik moduli past, siqilishga nisbatan sezgir.

Plastmassalar: o'zgaruvchan elastiklik moduli va deformatsiyaga moyillik.

Binolar va inshootlar konstruksiyasi: beton ustunlar, po'lat qo'llabquvvatlovchilar.

Mashinasozlik: dvigatel qismlaridagi siqilish kuchlanishlarini aniqlash.

Aero va avtomobil sanoati: samolyot qanotlari va avtomobil kuzovlaridagi kuchlanish tahlili.

Siqilishdagi kuchlanishlarni aniqlash konstruksiyalarning xavfsizligi va mustahkamligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Nazariy, eksperimental va sonli usullardan foydalanish orqali bu kuchlanishlarni aniqlash samaradorligi oshiriladi. Ushbu mavzu bo'yicha chuqur bilimga ega bo'lish muhandislik amaliyotlarida dolzarb ahamiyatga ega.

7.3. Siqilishdagi kuchlanishlarni aniqlashda siqilgan sterjenlarni ustuvorlikka hisoblash

Markazga qo'yilgan R kuch ta'sirida uzun yupqa sterjenning egilishi bo'ylama egilish deb ataladi. Bunday sterjenlar ma'lum kritik qiymatdan oshmaydigan kuch bilan siqilganda siqilishga ishlaydi va uning o'qi to'g'ri chiziqligicha qoladi. Agar siquvchi kuch kritik qiymatdan oshsa, sterjen to'satdan egiladi va uning o'qi bukiladi, ya'ni u ustuvorligini (turg'unligini) yo'qotadi hamda siqilishga va egilishga ishlaydi. Sterjen ustuvorligining yo'qolishi katta deformatsiyalarga olib keladi, natijada sterjen yemirilishi ham mumkin.

Deformatsiyalangan jismning kuch ta'sirida o'zining dastlabki muvozanatdagi shaklini saqlash xususiyati ustuvorlik deb ataladi.

Bo'ylama kuch ta'sirida sterjen dastlabki muvozanat holatidan biroz og'gan bo'lsa va yuk olingandan so'ng u dastlabki holatiga qaytsa, sterjenning elastik muvozanati ustuvor hisoblanadi. Agar sterjen og'ish yo'nalishida deformatsiyalanishda davom etsa va yuk olingandan so'ng ham dastlabki holatiga qaytmasa, sterjenning elastik muvozanati noustuvor hisoblanadi.

Sterjenning ustuvor va noustuvor holatlarga o'tishi orasida kritik holati yotadi. Sterjen bu holatda dastlabki muvozanat holatini saqlaydi, lekin siquvchi kuch ozgina ortsa, u o'z muvozanat holatini yo'qotishi mumkin.

Sterjen ustuvor muvozanat holatidan noustuvor muvozanat holatiga o'tadigan eng kichik kuch kritik kuch R_{kr} deb ataladi. Bu kuchning qiymati sterjen materialiga, kesim shakliga va tayanchlarga bog'liq bo'ladi.

Nazorat uchun savollar:

1. Avtomobil yo'llarida siqilishdagi kuchlanishlar qanday paydo bo'ladi va ularning asosiy sabablari nimalardan iborat?
2. Siqilishdagi kuchlanishlarni o'lchash uchun qanday usullar mavjud?
3. Avtomobil yo'l qoplamasida siqilish kuchlanishining ta'sirini qanday hisoblash mumkin?
4. Siqilish kuchlanishlarini aniqlashda qaysi matematik formulalar qo'llaniladi?
5. Tashqi yuklarning turli turlari (statik va dinamik) yo'l qoplamasida siqilish kuchlanishlariga qanday ta'sir qiladi?
6. Asfaltbeton va sementbeton qoplamalarda siqilish kuchlanishlarining farqlari nimalardan iborat?
7. Avtomobil yo'llarida siqilishdagi kuchlanishlarning ta'sir chiziqlarini qanday chizish va tahlil qilish mumkin?
8. Qanday material xususiyatlari siqilish kuchlanishlarini taqsimlashda hal qiluvchi rol o'ynaydi?

9. Yo'l qatlamining qalinligi va tarkibi siqilish kuchlanishlariga qanday ta'sir ko'rsatadi?

10. Yuqori tezlikda harakatlanuvchi transport vositalari qoplamaga qanday qo'shimcha siqilish kuchlanishlari hosil qiladi?

8- BOB. YUKLARNING DINAMIK TA'SIRI.

8.1. Dinamik yuklar tushunchasi

Avtomobil yo'llarida dinamik yuklar - bu yo'lining strukturasiga transport vositalarining harakati yoki tashqi harakatlantiruvchi kuchlar orqali kiritiladigan vaqt o'zgaruvchan yuklardir. Bu yuklar odatda statik yuklardan farq qiladi, chunki ular vaqt davomida o'zgaradi, harakatlanadi va ba'zida yuqori intensivlikka ega bo'ladi.

Dinamik yuklarning xususiyatlari.

Dinamik yuklarning asosiy xususiyatlari quyidagilardir:

Vaqt o'zgaruvchanligi: Dinamik yuklar uzoq vaqt davomida o'zgarmaydi, lekin harakatda bo'lgan transport vositalarining tezligi, og'irligi va yo'lining sathi o'zgarishi bilan ular doimiy ravishda o'zgaradi.

Zarb ta'siri: Harakatda bo'lgan transport vositasi yo'lga zarb ta'sirini ko'rsatadi. Bu ta'sir doimiy emas, lekin ma'lum intervallarda yuzaga keladi va ularning kuchi transport vositasining tezligi, yuki va yo'lining qoplamasi bilan bog'liq bo'ladi.

O'zgaruvchan taqsimot: Dinamik yuklar ko'pincha joylashishida, intensivligi va ta'sir kuchlarida o'zgarib turadi. Bu esa yo'lining kuchlanish va deformatsiya darajasini doimiy ravishda ta'sir qiladi.

Dinamik yuklarning tuzilma ustida ta'siri:

Avtomobil yo'llari va ularning strukturalari uchun dinamik yuklar katta ahamiyatga ega, chunki ular quyidagi ta'sirlarni keltirib chiqarishi mumkin:

Siqilish va egilish: Dinamik yuklar tuzilmaning ustki qismiga ta'sir qilganda, yo'l qoplamasida siqilish va egilish jarayonlari yuzaga keladi. Bu, ayniqsa, og'ir yuklar va yuqori tezlikdagi harakatlanishlar natijasida kuchayadi.

Yoriqlar va deformatsiyalar: Dinamik yuklar doimiy ravishda yo'l qoplamasida harakatlanadigan kuchlar yaratadi, bu esa yuzaga keltirilgan deformatsiyalar, yoriqlar va sinishlarga olib kelishi mumkin. Bunday holatlar yo'lining mustahkamligini pasaytiradi va uzoq muddatda uning eskirishiga sabab bo'ladi.

Chiziqli va aylanish momentlari: Dinamik yuklar, transport vositalarining og'irligi va tezligiga qarab, yo'l qoplamasida harakatlanadigan kuchlarni yuzaga keltiradi. Bu kuchlar bir vaqtning o'zida chiziqli va aylanish momentlarini yaratadi va natijada yo'lning strukturaviy elementlariga bo'lishi mumkin.

Dinamik yuklarning hisoblanishi:

Dinamik yuklarni hisoblashda quyidagi usullar ishlatiladi:

Tezlik va og'irlikning hisoblanishi: Transport vositalarining og'irligi, tezligi va harakati bilan bog'liq ravishda dinamik ta'sirni hisoblash.

Shamol va meteorologik ta'sirlar: Shamol kuchlari, yomg'ir yoki boshqa atmosfer sharoitlari dinamik yuklarning ta'sirini kuchaytirishi mumkin.

Harakatda bo'lgan transport vositalarining hisoblanishi:

Avtomobillar va boshqa transport vositalarining harakatlanishiga qarab, dinamik ta'sirlarni aniq belgilash.

Dinamik yuklarning yo'lning ekspluatatsiya muddatiga ta'siri:

Dinamik yuklar avtomobil yo'llarining xizmat muddatiga katta ta'sir ko'rsatadi. Ularning ta'siri:

Qoplama eskirishi: Dinamik yuklar yo'l qoplamasining sirtini eskiradi va undan o'zgarishlarni keltirib chiqaradi.

Poydevor va qavatlar buzilishi: Yo'l qavatlar orasidagi kuchlar va siqilish natijasida poydevor qavatlar va asos qavatlarining buzilishi mumkin.

Shikastlanishlar: Dinamik yuklarning davomiy ta'siri tufayli yo'l sirtida yoriqlar, bo'shliqlar va boshqa shikastlanishlar paydo bo'ladi, bu esa tuzilmaning ekspluatatsiya muddatini qisqartiradi.

Dinamik yuklarni kamaytirish usullari:

Dinamik yuklarning ta'sirini kamaytirish uchun bir qator chora-tadbirlar qo'llanilishi mumkin:

Yo'lning mustahkamligini oshirish: Yo'l qoplamasini, poydevor qavatini va boshqa strukturalarni mustahkamlash orqali dinamik yuklarning ta'sirini kamaytirish.

Yukni taqsimlash: Og‘ir transport vositalari uchun maxsus qavatlar va ko‘priklar qurish, shuningdek, tezlikni cheklash va trafik oqimini boshqarish orqali dinamik yuklarni taqsimlash.

Yuqori sifatli materiallardan foydalanish: Yo‘l qoplamasini ishlab chiqarishda yuqori sifatli asfalt yoki beton materiallarini ishlatish, bu esa deformatsiyalarni kamaytiradi.

Avtomobil yo‘llarida dinamik yuklar juda muhim rol o‘ynaydi, chunki ular yo‘lning strukturasi va xizmat muddatiga ta’sir qiladi. Dinamik yuklarning hisoblanishi va ularning ta’sirini kamaytirish usullari yo‘lning barqarorligini ta’minlashda, shuningdek, uning ekspluatatsiya muddatini uzaytirishda yordam beradi. Yo‘lning mustahkamligi va xavfsizligi uchun dinamik yuklar bilan bog‘liq barcha faktorlarni inobatga olish zarurdir.

Dinamik yuklarning tavsifi va tasnifi

Konstruksiyalarga va mexanik tizimlarga ta’sir qiladigan yuklar dinamik xarakterga ega bo‘lishi mumkin. Dinamik yuklar, odatda, vaqt o‘tishi bilan o‘zgarib turadigan va konstruksiyaning sezilarli tebranishiga yoki deformatsiyasiga olib keladigan yuklardir. Ushbu ma’ruzada dinamik yuklar, ularning tasnifi, ta’sirini hisoblash usullari va amaliy qo‘llanmalari haqida ma’lumot beriladi.

Dinamik yuklarning tavsifi va tasnifi

Dinamik yuklar quyidagi asosiy turlarga bo‘linadi:

1. Impulsiv yuklar: qisqa vaqt ichida tez o‘zgaradigan kuchlar (masalan, portlash yoki zarba ta’siri).
2. Periodik yuklar: vaqt bo‘yicha davriy ravishda o‘zgaruvchi kuchlar (masalan, mashinalarning aylanuvchi qismlaridan keladigan tebranishlar).
3. Tasodifiy yuklar: oldindan bashorat qilib bo‘lmaydigan kuchlar (masalan, zilzila yoki to‘lqin ta’siri).

8.2. Dinamik yuklarning mexanik ta’siri

Dinamik yuklar konstruksiyalar va tizimlarga quyidagi ta’sirlarni ko‘rsatishi mumkin:

1. Tebranuvchi harakatlar: yuklarning davriy o'zgarishi natijasida konstruksiyalarda tebranish yuzaga keladi. Bu tebranishlar rezonansga olib kelishi mumkin, bu esa konstruksiya barqarorligini yo'qotadi.

2. Ichki kuchlanishlar: dinamik yuklar konstruksiya ichida yuqori darajada kuchlanishlar paydo bo'lishiga sabab bo'ladi.

3. Charchoq va yorilish: uzun muddatli davriy yuklarning ta'siri natijasidamateriallar charchaydi va yorilish xavfi ortadi.

Dinamik yuklarning matematik ifodasi.

Dinamik yuklarni o'rganishda asosiy matematik yondashuv Nyutonning ikkinchi qonuniga asoslanadi:

$$F(t) = m * a(t) \quad (8.1)$$

Bu yerda:

- $F(t)$ — vaqt bo'yicha o'zgaruvchi kuch (N);
- m — jism massasi (kg);
- $a(t)$ — vaqt bo'yicha tezlanish (m/s^2).

Tizimning dinamik xatti-harakatini o'rganishda differensial tenglamalardan foydalaniladi:

$$F(t) = mx(t) + cx(t) + kx(t) \quad (8.2)$$

Bu yerda:

- m — massa;
- c — amortizatsiya ko'effitsienti;
- k — qattqlik ko'effitsienti;
- $x(t)$ — harakat tenglamasining yechimi.

Dinamik yuklarning hisoblash usullari

1. Analitik usul: matematik tenglamalar orqali yuklarning ta'sirini tahlil qilish. 2. Sonli usullar: masalan, cheklangan elementlar usuli (FEM) yordamida tizimni modellash.

3. Eksperimental usul: konstruksiya yoki tizimga dinamik yuklarni qo'llab, uning javobini o'lchash.

Amaliy qo'llanilishi

1. Inshootlar: zilzila, shamol va boshqa tashqi dinamik yuklarga bardoshlibinolarni loyihalash.

2. Transport vositalari: avtomobil va samolyotlarda dinamik yuklarningta'sirini hisobga olish.

3. Mashinasozlik: dinamik yuklar ostida ishlaydigan mexanik qismlarning chidamliligini oshirish.

4. Energiyaga oid inshootlar: gidroelektr stansiyalari va turbinalardagivibratsiyalarni tahlil qilish.

Yo'l to'shamalarini loyihalashda hisoblanuvchi ko'rsatkichlar sifatida hisoblanadigan ikki o'qli avtomobilning o'qiga tushadigan eng chekka yuklarga mos keluvchi yuklanishlar olinadi.

Agar loyihalashga topshiriqda hisoblanadigan yuklanish maxsus ko'rstma bo'lmagan taqdirda, hisobga olinuvchi sifatida A guruhning hisoblanadigan avtomobiliga muvofiq keluvchi yuklanish qabul qilinadi. (8.1-javdval).

8.1-javdval

Hisoblanadigan yuklanish guruhi	O'qqa me'yoriy statik yuklanish, kN	Hisoblanadigan avtomobil g'ildiragidan qoplananing sirtiga me'yoriy statik yuklanish, Q_{hisob} , kN	Yuklanishning hisoblanadigan parametrlari	
			P, MPa	D, sm
A ¹	100	50	0,60	37/33
A ²	110	55	0,60	39/34
<i>Izoh: suratda-harakatlanayotgan g'ildirak uchun, maxrajda – harakatsiz g'ildirak uchun.</i>				

8.2. Seriyali tarzda ishlab chiqiladigan avtotransport vositalari tomonidan yo'l qoplamasiga uzatiladigan yuklanishlar haqidagi ma'lumotlar maxsus ma'lumotnomalar bo'yicha qabul qilinishi lozim.

8.3. Keltirilish jamlanma koeffitsientining qiymati quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$S_{mc\ ym} = \sum_1^n S_n \quad , \quad (8.3)$$

bunda: n - uni hisoblanadigan yuklanishga keltirish uchun $S_{t\ sum}$ koeffitsienti aniqlanadigan mazkur transport vositasidagi o'qlar soni;

S_n – transport vositasi har bir n o'qlaridan birinining g'ildiragidan hisoblanadigan nominal dinamik yuklanishga keltirishning koeffitsienti.

8.4. S_n yuklanishlarni keltirishning koeffitsientlari quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$S_n = \left(\frac{Q_{\partial n}}{Q_{\partial p p a c y}} \right)^{\beta} \quad , \quad (8.4)$$

bunda Q_{dp} – g'ildirakdan qoplamaga tushadigan nominal dinamik yuklanish;

Q_{dhisob} – g'ildirakdan qoplamaga hisoblanadigan dinamik yuklanish;

β - teng deb olinadigan daraja ko'rsatkichi:

4,4 – mukammal yo'l to'shamalari uchun;

3,0 – engillashtirilgan yo'l to'shamalari uchun;

2,0 – o'tuvchi yo'l to'shamalari uchun.

8.5. Q_{dp} nominal dinamik yuklanish transport vositalarining pasporti bo'yicha har bir o'qqa statik yuklanishlarning taqsimlanishi hisobga olinib aniqlanadi:

$$Q_{\partial n} = K_{\partial n} \cdot Q_n \quad , \quad (8.5)$$

bunda: K_{din} – 1,3 ga teng deb olinadigan dinamik koeffitsient;

Q_n – mazkur o'qning g'ildiragiga nominal statik yuklanish.

Ko'p o'qli avtomobillar uchun nominal statik yuklanishning hisoblanadigan qiymatini aniqlashda pasport ma'lumotlari bo'yicha aniqlanadigan faktik nominal yuklanishni quyidagi formula bilan hisoblab chiqiladigan koeffitsientga ko'paytirish kerak:

$$K_c = a - b\sqrt{B_m - c} \quad (8.6)$$

bunda: B_t – avtotransport vositalarining chekka o'qlari o'rtasida mertlardagi masofa;

a, b, c – yo'l to'shamasining mukammalligi va arvachaning o'qlariga bog'liq ravishda 8.2 –jadval bo'yicha aniqlanadigan parametrlar;

Aravachalar	a	v	s
Ikki o'qli	1,7/1,52	0,43/0,36	0,5/0,5
Uch o'qli	2,0/1,60	0,46/0,28	1,0/1,0
<i>Izoh. Suratda- yo'l to'shamalarining mukammal va engillashtirilgan turlari uchun, maxrajda – o'tuvchilar uchun.</i>			

8.6. Keltirishning jamlanma koeffitsienti quyidagi ketma-ketlikda aniqlanadi:

- hisoblanadigan yuklanish tayinlanadi va uning parametrlari aniqlanadi: Q_{hisob} , R va D ;

- avtomobillarning har bir markasi uchun istiqboldagi harakat tarkibida pasport ma'lumotlari bo'yicha transport vositalirining barcha o'qlari uchun g'ildirakka nominal statik yuklanishning kattaligi Q_n o'rnatiladi;

- olingan qiymatlar Q_n va hisoblanadigan yuklanishni Q_{rasch} , dinamik koeffitsientga ko'paytirib, har bir o'q uchun g'ildirakdan nominal dinamik yuklanishlar kattaligi Q_{dn} va hisoblanadigan dinamik yuklanish kattaligi Q_{hisob} topiladi.

- (8.3) formula bo'yicha har bir o'q g'ildiragidan hisoblanidagin nominal yuklanishni keltirishning S_n koeffitsienti hisoblab chiqiladi;

- (8.4) formula bo'yicha qarab chiqilayotgan avtomobil xilidan hisoblanadigan yuklanishga jamlanma koeffitsient hisoblab chiqiladi.

8.7. $S_{tyig'}$ jmlanma koeffitsientini 8.3-jadvali ma'lumotlari bo'yicha yaqinlashtirib qabul qilishga yo'l qo'yiladi.

8.3-jadval

Avtomobil markasi va modeli	Xisobiy yuklamada yo'l to'shamasi turiga nisbatan yig'indilik keltirish koeffitsienti $S_{m \text{ sum}}$					
	A_1 (100 kN)			A_3 (130 kN)		
	1	2	3	1	2	3
GAZ-Kupava 2325	0,006	0,035	0,124	0,002	0,016	0,073
FORD Transit Single Cab/Double Cab	0,010	0,048	0,160	0,003	0,022	0,095
Mercedes-Benz TN1 "Sprinter" 308 CDI	0,005	0,034	0,128	0,002	0,015	0,076
Volkswagen LT28,LT35 LN,LH	0,006	0,036	0,137	0,002	0,017	0,081
GAZ-3307	0,331	0,484	0,666	0,104	0,220	0,394
GAZ-SAZ-3507-01	0,338	0,492	0,676	0,106	0,224	0,400
ZIL-5301DO	0,143	0,287	0,499	0,045	0,131	0,295
ZIL Kupava-4729	1,245	1,265	1,352	0,392	0,576	0,800
MAZ-53371	3,649	2,800	2,404	1,150	1,275	1,423
MAZ Kupava 6731	3,055	2,673	2,327	0,963	1,217	1,377
KamAZ-53215	1,287	1,411	1,456	0,406	0,642	0,862
KamAZ-43114-02	0,418	0,716	1,007	0,132	0,326	0,596
KamAZ-53215	1,287	1,411	1,456	0,406	0,642	0,862
Ural-4320	0,257	0,514	0,802	0,081	0,234	0,474
Mercedes-Benz Atego 1317	2,469	2,059	1,901	0,778	0,937	1,125
KrAZ-250	3,055	2,673	2,327	0,963	1,217	1,377
MAN F2000/E2000 - T06	8,229	5,380	3,779	2,594	2,449	2,236
Mercedes-Benz SK3 2638A	14,305	7,417	4,475	4,510	3,376	2,648
GAZ-SAZ-3507-01	0,338	0,492	0,676	0,106	0,224	0,400
ZIL-MMZ-4502	1,245	1,265	1,352	0,392	0,576	0,800
MAZ-5432, 5433	6,762	4,268	3,186	2,132	1,943	1,885
KamAZ-54115	1,199	1,353	1,425	0,378	0,616	0,843
KamAZ-43114-02	0,418	0,716	1,007	0,132	0,326	0,596
NEFAZ-6606-10	1,007	1,245	1,390	0,317	0,567	0,823
MAZ-6303	3,055	2,673	2,327	0,963	1,217	1,377
KamAZ-55111	2,109	2,042	1,918	0,665	0,929	1,135
MAZ-643008	7,077	4,669	3,335	2,231	2,125	1,974
MAN F2000/E2000 E69	14,997	7,838	4,735	4,728	3,568	2,802
Mercedes-Benz-SKN Actros/Atego S	10,957	5,754	3,807	3,454	2,619	2,253
Tatra T163-360 SK5	14,376	7,451	4,492	4,532	3,391	2,658
MAZ-54331	3,649	2,800	2,404	1,150	1,275	1,423
MAZ-642290	2,913	2,544	2,222	0,918	1,158	1,315

Izox: 1 –takomillashgan mukammal qoplamalar uchun

2 – takomillashgan engil qoplamalar uchun

3. o'tuvchi va past toifali yo'l qoplamalari uchun.

Dinamik yuklar konstruksiyalar va mexanik tizimlarning mustahkamligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ularni to'g'ri hisoblash va konstruksiyaga ta'sirini minimallashtirish xavfsizlik va samaradorlikni ta'minlash uchun muhimdir. Dinamik yuklarning nazariy va amaliy tahlillari muhandislik sohasining ajralmas qismidir.

Markazga qo'yilgan R kuch ta'sirida uzun yupqa sterjenning egilishi bo'ylama egilish deb ataladi. Bunday sterjenlar ma'lum kritik qiymatdan oshmaydigan kuch bilan siqilganda siqilishga ishlaydi va uning o'qi to'g'ri chiziqligicha qoladi. Agar siquvchi kuch kritik qiymatdan oshsa, sterjen to'satdan egiladi va uning o'qi bukiladi, ya'ni u ustuvorligini (turg'unligini) yo'qotadi hamda siqilishga va egilishga ishlaydi. Sterjen ustuvorligining yo'qolishi katta deformatsiyalarga olib keladi, natijada sterjen yemirilishi ham mumkin.

Deformatsiyalangan jismning kuch ta'sirida o'zining dastlabki muvozanatdagi shaklini saqlash xususiyati ustuvorlik deb ataladi.

Bo'ylama kuch ta'sirida sterjen dastlabki muvozanat holatidan biroz og'gan bo'lsa va yuk olingandan so'ng u dastlabki holatiga qaytsa, sterjenning elastik muvozanati ustuvor hisoblanadi. Agar sterjen og'ish yo'nalishida deformatsiyalanishda davom etsa va yuk olingandan so'ng ham dastlabki holatiga qaytmasa, sterjenning elastik muvozanati noustuvor hisoblanadi.

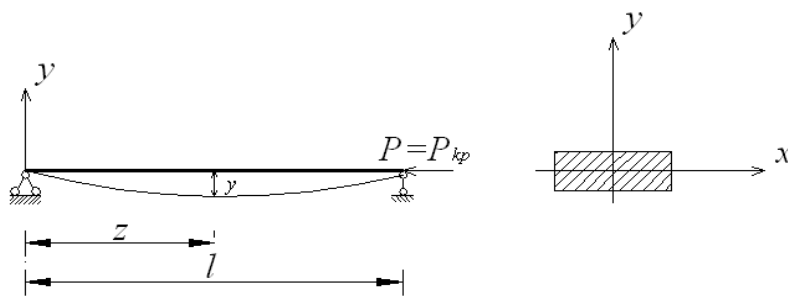
Sterjenning ustuvor va noustuvor holatlarga o'tishi orasida kritik holati yotadi. Sterjen bu holatda dastlabki muvozanat holatini saqlaydi, lekin siquvchi kuch ozgina ortsa, u o'z muvozanat holatini yo'qotishi mumkin.

Sterjen ustuvor muvozanat holatidan noustuvor muvozanat holatiga o'tadigan eng kichik kuch kritik kuch R_{kr} deb ataladi. Bu kuchning qiymati sterjen materialiga, kesim shakliga va tayanchlarga bog'liq bo'ladi.

8.3. Yuklarning dinamik ta'sirini aniqlashda kritik kuchning tahlili.

Eyler formulasi

Elastik bosqichda ustuvorligini yo'qotgan sterjendagi kritik kuch qiymati L . Eyler formulasidan aniqlanadi. Bu masalani yechishda siqilgan sterjenning o'qi biroz egilgan deb olinib, bunday egilish bo'lishi mumkin bo'lgan kuch topiladi.



8.1-rasm. Elastik bosqichda ustuvorligini yo'qotgan sterjendagi kritik kuch qiymati.

Ikki uchi sharnirli mahkamlangan, ko'ndalang kesim yuzasi o'zgarmas, markaziy qo'yilgan kuch bilan siqilgan sterjenni ko'rib chiqiladi. Bu kuch ta'sirida sterjen o'zining kichik bikrlilik tekisligida biroz egilgan bo'lsin (1-shakl).

Kritik kuchni aniqlash uchun sterjen egilgan o'qining taqribiy differensial tenglamasidan foydalaniladi:

$$EI \frac{d^2 y}{dz^2} = -M(z) \quad (8.7)$$

Ixtiyoriy kesimdagi eguvchi moment quyidagicha topiladi:

$$M(z) = Py \quad (8.8)$$

U holda (1) quyidagicha yoziladi:

$$EI \frac{d^2 y}{dz^2} = -Py \text{ yoki } \frac{d^2 y}{dz^2} + \frac{P}{EI} y = 0 \quad (8.9)$$

Agar ushbu belgilash kiritilsa:

$$\frac{P}{EI} = \kappa^2 \quad (8.10)$$

ikkinchi tartibli chiziqli differensial (2) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{d^2 y}{dz^2} + \kappa^2 y = 0. \quad (8.11)$$

Bu tenglamaning umumiy yechimi:

$$y = A \cos kz + V \sin kz, \quad (8.12)$$

bunda: A va B — integrallash doimiylari, o'zgarmas sonlar.

Bularni aniqlash uchun quyidagi chegaraviy shartlardan foydalaniladi:

1) $z = 0$ bo'lganda $u(0) = 0$; 2) $z = l$ bo'lganda $y(l) = 0$.

Birinchi shartdan $A=0$ ekanligi kelib chiqadi. U holda (5) dan:

$$u = V \sin kz \quad (8.13)$$

Ikkinchi chegaraviy shartga ko'ra:

$$V \sin kl = 0 \quad (8.14)$$

Agar $V=0$ bo'lsa, sterjenning egilishi nolga teng bo'ladi, bu esa dastlabki shartga zid. Demak, $\sin kl = 0$. Bu trigonometrik tenglamaning ildizi kl cheksiz ko'p qiymatga ega:

$$kl=0, \pi, 2\pi, 3\pi, \dots, n\pi.$$

Bundan

$$\kappa = \frac{n\pi}{l} \quad (8.15)$$

(8.10) ga (8.15) qo'yilsa:

$$\frac{P}{EJ} = \left(\frac{n\pi}{l} \right)^2$$

Natijada kritik kuch formulasi olinadi:

$$P_{\kappa p} = \frac{\pi^2 n^2 EI}{l^2} \quad (8.16)$$

Amaliy hisoblar uchun ($n=1$) eng kichik kritik kuch qiymati muhim ahamiyatga ega:

$$P_{\kappa p} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{l^2} \quad (8.17)$$

(8.17) formula *Eyler formulasi* deyiladi. Bu kritik kuch sterjenning bitta yarim to'liqli sinusoida bo'yicha egilishiga mos keladi

Turli chegaraviy shartlar uchun, kritik kuchni umumlashtirilgan Eyler formulasi orqali quyidagicha topish mumkin:

$$P_{kp} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{(\mu l)^2} \quad (8.18)$$

Bu yerda, μ – keltirilgan uzunlik koeffitsienti ($\mu = 1; 0,5; 0,7; 2$), $\mu l = l_0$ qiymat esa keltirilgan uzunlik deyiladi.

Sterjen uchlarning mahkamlanish usulini kritik kuch formulasiga ta'siri

Sterjen uchlari biz tekshirgan holdan boshqacha mahkamlangan bo'lsa, shu hollar uchun ham tegishli differensial tenglamalar tuzib, kritik kuchning qiymatlarini topish mumkin. Sterjenlarning uchlari qanday mahkamlangan bo'lmasin, kritik kuchning umumiy ifodasi (8.18) bo'ladi. Agar sterjen tekshirganimizdek, R kuch bilan yuklangan bo'lsa va uning uchlari 8.2-rasm, a , b , v , g da ko'rsatilgandek mahkamlangan bo'lsa, $\mu = \frac{1}{n}$ bo'ladi, bunda n – sterjenning butun uzunligi davomida hosil bo'lgan sinusoida yarim to'lqinlari soni. Bu bog'lanish (8.16) va (8.18) formulalarni solishtirishdan hosil bo'ladi:

$$n^2 = \frac{1}{\mu^2} \text{ yoki } n = \frac{1}{\mu} \quad (8.19)$$

2- shaklda ko'rsatilgan sterjen uchlarning mahkamlanish hollari uchun quyidagilarni olamiz:

1- hol. Ikki uchi sharnirlar vositasida mahkamlangan bo'lsin (2-shakl, a):

$$n = 1; \mu = 1; P_k = \frac{\pi^2 EJ_{\min}}{\ell^2}; z = a \sin \frac{\pi}{\ell} x \quad (8.20)$$

2 - hol. Bir uchi qistirib mahkamlangan, ikkinchi uchi erkin bo'lsin (2- shakl, b):

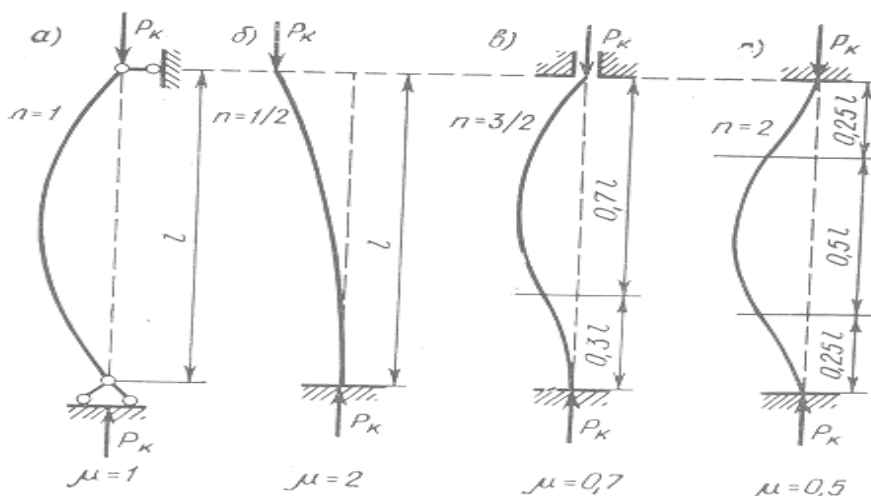
$$n = \frac{1}{2}; \mu = 2; P_k = \frac{\pi^2 EJ_{\min}}{(2\ell)^2} \quad (8.21)$$

3- hol. Bir uchi bilan qistirib va ikkinchi uchi sharnir vositasida mahkamlangan bo'lsin (2- shakl, v):

$$n = \frac{3}{2}; \mu = \frac{2}{3} \approx 0,7; P_k = \frac{\pi^2 EJ_{\min}}{(0,7\ell)^2} \quad (8.22)$$

4 - hol. Ikki uchi bilan qistirib mahkamlangan bo'lsin (8.2-rasm, g):

$$n = 2; \mu = \frac{1}{2} = 0,5; P_k = \frac{\pi^2 EJ_{\min}}{(0,5\ell)^2} \quad (8.23)$$



8.2-rasm. Qistirib mahkamlangan 2 kuch.

Yuqoridagilarni hisobga olib, kritik kuch formulasini hamma hol uchun bitta qilib yozish mumkin:

$$P_k = \frac{\pi^2 EJ_{\min}}{\ell_{\text{kel}}^2} \quad (8.24)$$

bunda $\ell_{\text{kel}} = \mu\ell$ - keltirilgan yoki erkin uzunlik. Bu uzunlikka sinusoidaning bitta yarim to'liqini joylasha oladi; μ – uzunlikning keltirish koeffitsienti, bu koeffitsientni sterjen uchlarining mahkamlanish usulini hisobga oladi.

Kritik kuchlanish va Eyler formulasini ishlatish chegarasi

Agar sterjenga ko'ndalang turtkilar ta'sir qilmasa, siqilgan sterjen kritik holatda ham o'zining to'g'ri chiziqli muvozanat holatini saqlaydi, shuning uchun kritik kuchlanishni quyidagi formuladan topsak bo'ladi:

$$\sigma_k = \frac{P_k}{F} = \frac{\pi^2 EJ_{\min}}{\ell_{\text{kel}}^2 \cdot F} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{\ell_{\text{kel}}}{r_{\min}}\right)^2} \quad (8.25)$$

bunda $r_{\min} = \sqrt{\frac{J_{\min}}{F}}$ – sterjen ko‘ndalang kesimining minimal inersiya radiusi.

(8.20) formulaning maxrajidagi miqdorini λ bilan belgilaymiz va uni bunday yezamiz:

$$\lambda = \frac{\ell_{\text{kel}}}{r_{\min}} = \frac{\mu \ell}{r_{\min}} \quad (8.21)$$

λ — sterjenning egiluvchanligi deyiladi. (8.21) formulani nazarda tutib (8.20) ni bunday yozamiz.

$$\sigma_k = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \quad (8.22)$$

Eyler formulasidan hamma vaqt ham foydalanib bo‘lavermaydi, chunki biz uni chiqarganda sterjen materiali elastik va undagi kuchlanish proporsionallik chegarasidan ortib ketmasligini e‘tibor olgan edik.

Eyler formulasidan foydalanish uchun ushbu shart bajarilishi zarur:

$$\sigma_k = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2} \leq \sigma_n \quad (8.23)$$

bunda σ_p – sterjen materialining proporsionallik chegarasi.

(8.23) formuladan egiluvchanlik λ ni topib, Eyler formulasini ishlatish chegarasini shu ko‘rinishda olamiz:

$$\lambda \geq \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_n}} = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_n}} \quad (8.24)$$

Masalan, Po‘lat 3 uchun $\sigma_p = 2000 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ bo‘lsa, Eyler formulasini ishlatish chegarasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\lambda = \sqrt{\frac{(3,14)^2 \cdot 2 \cdot 10^{11}}{2000 \cdot 10^5}} = 100 \quad (8.25)$$

Demak, 3 markali po‘latdan yasalgan sterjenlar uchun Eyler formulasi, egiluvchanlik 100 dan katta bo‘lgandagina ishlatilishi mumkin ekan. Shunga uxshash boshka xildagi materiallar uchun ham. Eyler formulasini ishlatish chegaralarini topish mumkin. Masalan, cho‘yan uchun $\lambda \geq 80$ va yog‘och uchun $\lambda \geq 110$ bo‘ladi.

Ko‘pincha amalda egiluvchanlik yuqorida ko‘rsatilgan chegaralardan kichik bo‘lgan hollar uchrab turadi. Bunday hollarda Eyler formulasidan foydalanib bo‘lmaydi, chunki kritik kuchlanish proporsionallik chegarasidan ortib ketib, Guk qonuni o‘z kuchini yo‘qotadi.

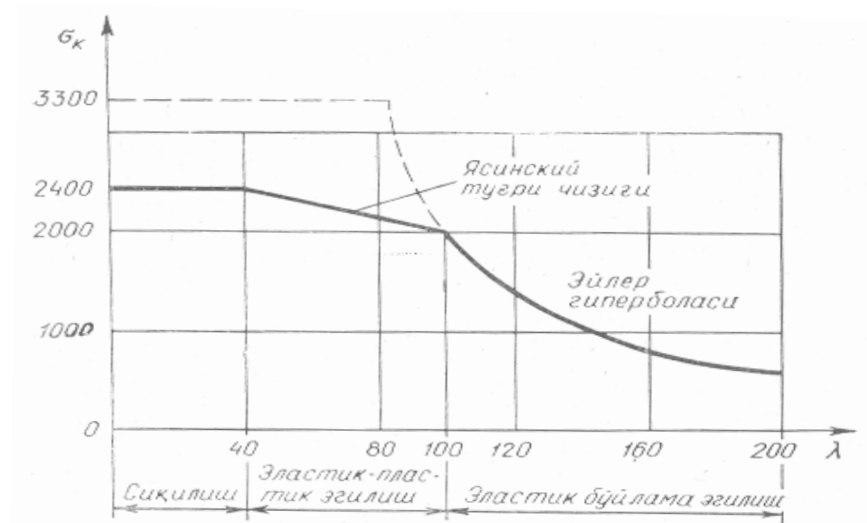
Bunday hollarda egiluvchanlik tadqiqotchilarning qilgan tajribalariga asoslanib topiladi, ko‘pincha rus olimi F. S. Yasinskiy tomonidan berilgan ushbu empirik formuladan foydalaniladi:

$$\sigma_k = a - b\lambda \quad (8.26)$$

bunda a va b — materiallarning xossasiga bog‘liq koeffitsentlar, ular tajribalarga asoslanib topiladi. Po‘lat 3 uchun $40 \leq \lambda \leq 100$ bo‘lganda $a = 3100 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ ga teng bo‘ladi.

$\lambda < 40$ bo‘lganda, ya’ni kalta sterjenlar faqat mustahkamlik uchungina hisoblanadi.

Po‘lat 3 uchun kritik kuchlanishning to‘la grafigi 8.3-rasmda ko‘rsatilgan (8.22) formulalarga asosan $100 \leq \lambda \leq 200$ gacha bo‘lgan oraliqda giperbola egri chizig‘i hosil bo‘ladi ($\lambda = 100$ bo‘lganda $\sigma_k = 2000 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ va $\lambda = 200$ bo‘lganda $\sigma_k = 500 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$). Bu egri chiziq *Eyler giperbolasi* deyiladi (8.3-rasm).



8.3-rasm. Eyler giperbolasi.

u oraliqda katta egiluvchanlik qobiliyatiga ega bo‘lgan sterjenlar uchun hisoblash zonasi hosil bo‘ladi, bu zonada elastik egilish mavjud bo‘ladi. Punktir chiziq bilan davom ettirilgan Eyler giperbolasi kritik kuch uchun keragidan ortiqcha qiymat

beradi; shuning uchun $\lambda < 100$ bo'lganda kritik kuchni topish uchun Eyler formulasi yaramaydi.

O'rtacha egiluvchanlik qobiliyatiga ega bo'lgan sterjenlarni hisoblash zonasi, ya'ni $40 \leq \lambda \leq 100$ bo'lgan oraliq uchun kritik kuch grafigi (18) formula asosida chizilgan, bu Yasinskiy to'g'ri chizig'idir. Bu oraliqda sterjenlar elastik yoki plastik egilish holatida bo'ladi. $\lambda < 40$ bo'lganda kritik kuchlanish grafigi gorizontal to'g'ri chiziqqa yaqin to'g'ri chiziq bo'lib, bunda kalta sterjenlarni hisoblash zonasi hosil bo'ladi. Demak, bu oraliqda oddiy siqilish mavjud bo'lib, xavfli holati siquvchi kuchlanish okuvchanlik chegaraga yetganda ($\sigma = \sigma_{oq}$ da) hosil bo'ladi.

Inersiya kuchi. Biz hozirgacha konstruksiya elementlariga (balka, sterjen) statik kuchlarning ta'sirini o'rgandik. Bunda kuchlar inshoot elementlariga asta-sekin qo'yiladi deb, unda paydo bo'ladigan harakat tezlanishi juda kichik bo'ladi deb hisoblanadi. Ammo inshoot qismlari, mashina detallari ko'pgina dinamik kuchlar ta'sirida bo'ladi. (Masalan, harakatlanayotgan poezd). Dinamik kuch ta'sirida konstruksiya elementlarida tebranma harakat paydo bo'ladi. Shuning uchun, hisoblashlarda inshootning o'z massasiga, hamda yuklanishning massasiga bog'liq bo'lgan inersiya kuchlarini hisobga olish zarur bo'ladi. O'z navbatida qo'shimcha zo'riqish va deformatsiyalar inersiya kuchlariga bog'liq bo'ladi. Ba'zan bu qo'shimcha kuchlanishlar shu darajada katta bo'ladi, hatto asosiy kuchdan paydo bo'ladigan kuchlanishlardan ham ortiq bo'ladi.

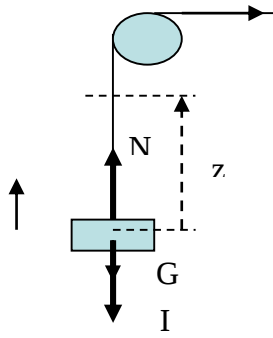
Nuqtaning kuchlanganlik holatini o'rganganimizda muvozanat tenglamasini keltirib chiqargan edik. Dalamber prinsipiga ko'ra inersiya kuchini e'tiborga olib, quyidagi tenglamani yozamiz;

$$\frac{\partial \sigma}{\partial x} + \rho X = m \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \quad (8.27)$$

Inersiya kuchini topish uchun quyidagi misolni keltiramiz:

Og'irligi G bo'lgan yukni a tezlanish bilan ko'tarishda trosni kuchlanganlik holatini ko'rib chiqamiz. Yuk qo'zg'almas bo'lsa, muvozanat shartidan

$$N_{cm} = G + qx \quad (8.28)$$



8.4-rasm. yukni a tezlanish bilan ko'tarishda trosni kuchlanganlik holati.

Yukni a tezlanish bilan ko'tarishda trosning tortilish kuchini topish uchun yukni harakat tenglamasini tuzish kerak. Ma'lumki,

$$P_{\text{dun}} = I = \frac{G + qz}{g} a \quad (8.29)$$

Bu yerda g erkin tushish tezlanishi.

Dinamik zo'riqish kuchi N_d

1- chizma
$$N_{\text{d}} = G + qz + \frac{G + qz}{g} a = (G + qz) \left(1 + \frac{a}{g}\right)$$

yoki

$$N_{\text{d}} = k_{\text{d}} \cdot N_{\text{cm}} \quad (8.30)$$

Dinamik kuchlanish

$$\sigma_{\text{d}} = \frac{N_{\text{d}}}{F} = k_{\text{d}} \cdot \sigma_{\text{cm}} \quad (8.31)$$

Bu yerda k_d -dinamik koeffitsient.

Demak, yukni a tezlanish bilan ko'targanda dinamik kuchlanish statik kuchlanish miqdoridan bir necha marta katta bo'ladi.

Nazorat savollar:

1. Dinamik yuklarning tushunchasi nima va ular qanday farq qiladi?
2. Dinamik yuklarning asosiy xususiyatlarini sanab bering.
3. Avtomobil yo'llarida dinamik yuklar qanday ta'sir ko'rsatadi?
4. Dinamik yuklarning yo'l qoplamasiga ta'siri qanday ifodalanadi?
5. Dinamik yuklarning hisoblanishida qaysi asosiy omillar hisobga olinadi?
6. Transport vositasining tezligi va og'irligi dinamik yuklarning ta'sirini qanday o'zgartiradi?

7. Dinamik yuklarning yoʻlining mustahkamligi va ekspluatatsion muddatiga taʼsiri qanday?

8. Shikastlanishlar va deformatsiyalar dinamik yuklarning taʼsiridan qanday kelib chiqadi?

9. Dinamik yuklarning poydevor va qatlamlarga taʼsirini qanday hisoblash mumkin?

10. Yoʻl qoplamasidagi deformatsiyalarni kamaytirish uchun qanday usullar qoʻllaniladi?

11. Dinamik yuklarning taʼsirini kamaytirish uchun yoʻlining konstruksiyasi va materiallari qanday boʻlishi kerak?

12. Dinamik yuklarni oʻlchashda qanday usullar qoʻllanadi va bu qanday maʼlumotlar beradi?

9 - BOB. YO‘LLAR VA YO‘LLARDAGI SUN’IY INSHOOTLAR KONSTRUKTIV ELEMENTLARINI YUK KO‘TARISH QOBILIYATI BO‘YICHA HISOBLASH.

9.1. Konstruktiv elementlarning yuk ko‘tarish qobiliyati

Konstruktiv elementlarning yuk ko‘tarish qobiliyati bu inshoot yoki uning alohida elementlari (masalan, yo‘l qatlamlari, ko‘priklar, tayanchlar yoki quvurlar) o‘zining fizikaviy va mexanik xususiyatlarini yo‘qotmasdan qabul qila oladigan maksimal yuk miqdori. Bu tushuncha, asosan, inshootning mustahkamligi, barqarorligi va chidamliligi bilan bog‘liq.

Yo‘llar va ulardagi sun‘iy inshootlar (ko‘priklar, quvurlar, tunnellar) transport harakati va tabiiy omillar ta‘siriga bardosh berishi uchun ularning konstruktiv elementlarini yuk ko‘tarish qobiliyatini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Ushbu ma‘ruza yo‘llar va sun‘iy inshootlarning yuk ko‘tarish qobiliyatini hisoblash usullari, materiallarning rolini va mustahkamlik me‘yorlarini yoritadi.

Konstruktiv elementlar va yuk turlari

Yo‘llar va sun‘iy inshootlarning asosiy konstruktiv elementlari quyidagilardan iborat:

1. Yo‘l qoplamalari:

- Asfaltbeton yoki sementbeton qoplama, asos qatlamlari va tuproq yotqiziqlari.

2. Ko‘priklar:

- Tayanchlar, qovurg‘alar, qoplama plitalari.

3. Tunnellar:

- Devorlar, gumbazlar va asosiy tayanch qismlar.

4. Quvurlar:

- Gorizontaal va vertikal tayanchlar. Yuk turlari

1. Statik yuklar: avtomobil va boshqa transport vositalarining doimiymassasi ta‘siri.

2. Dinamik yuklar: transport vositalarining harakati natijasida yuzaga keladigan o‘zgaruvchan kuchlar.

3. Tabiiy yuklar: shamol, qor, muz va suv bosimi kabi omillar.

4. Favqulodda yuklar: zilzila, portlash yoki avtohalokat natijasida yuzagakeladigan yuklar.

Yuk ko'tarish qobiliyati va hisoblash usullari

Yuk ko'tarish qobiliyatini hisoblash quyidagi nazariy va amaliy usullarga asoslanadi:

1. Materiallar mustahkamligi asosida hisoblash

Konstruksiyalar yuklanishni qanday qabul qilishini tahlil qilish uchun materiallar mexanikasi qonunlaridan foydalaniladi.

- Normativ kuchlanishlar:

$$\sigma = F/A \quad (9.1)$$

Bu yerda: σ - kuchlanish, F - kuch, A - kesim yuzasi.

- Chidamlilik chegarasi:

Materiallarning maksimal yuklanishiga nisbatan xavfsizlik omillari bilan ishlanadi.

2. Elastiklik nazariyasi bo'yicha hisoblash

Elastik deformatsiyalarning ko'rsatkichlari quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\epsilon = \Delta L/L_0 \quad (9.2)$$

Bu yerda: ϵ - nisbiy deformatsiya, ΔL - uzunlikning o'zgarishi, L_0 - dastlabki uzunlik.

3. Ko'tarma tuprog'ini hisoblash

Yo'l qatlamining asosiy yuk ko'tarish qobiliyati tuproqning zichligi, namligi va bosimga chidamliligiga bog'liq. Tuproqning mustahkamligini aniqlash uchun o'tkaziladigan sinovlar:

- Penetratsiya sinovi.
- Kesish kuchlanishi sinovi.

Penetratsiya sinovi - tuproqning yuk ko'tarish qobiliyatini va qatlamlarining zichligini aniqlash uchun qo'llaniladigan muhim laboratoriya va dala sinovlaridan

biridir. Ushbu sinov, asosan, yo‘l qurilishi va tuproq mexanikasida qo‘llanilib, yo‘l qatlami va asoslarining sifatini baholashga yordam beradi.

Penetratsiya sinovining maqsadi

1. Tuproqning zichligi va bosimga chidamliligini aniqlash.
2. Yo‘lning asos va ustki qatlamlarining yuk ko‘tarish qobiliyatini baholash.
3. Tuproqning deformatsiyaga chidamliligini aniqlash.
4. Tuproqning suv bilan namlangan holatda mustahkamligini baholash.

Penetratsiya sinovi turlari

Penetratsiya sinovi turli usullarda bajarilishi mumkin:

1. CBR (California Bearing Ratio) testi:

- Tuproqning yuk ko‘tarish qobiliyatini standart quvvat bilan solishtirish orqali aniqlanadi.

- CBR qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$CBR = \frac{\text{sinov kuchi}}{\text{standart kuch}} * 100 \quad (9.3)$$

- Natijalar foizlarda ifodalanadi. Yuqori CBR qiymati tuproqning yuqori yuk ko‘tarish qobiliyatini ko‘rsatadi.

2. Dinamik konus penetratsiyasi testi (DCP):

- Tuproqqa konus shaklidagi asbobni urish orqali tuproq qatlamlarining zichligi aniqlanadi.

- Sinov asosan dala sharoitida qo‘llaniladi.

3. Statik penetratsiya sinovi (CPT):

- Tuproqqa statik ravishda penetratsiya qiluvchi asbobni bosib kiritish orqali bosim va deformatsiyani aniqlash.

- Sinov natijalari tuproqning zichlik va deformatsiya koeffitsientlarini belgilashda qo‘llaniladi.

Sinov jarayoni

CBR testi uchun sinov jarayoni:

1. Tuproq namunasi maxsus qolipga o‘rnatiladi va belgilangan darajada siqiladi.

2. Tuproq namunasi ustiga penetratsiya asbobi (odatda 50 mm diametrli disk) joylashtiriladi.

3. Disk tuproqqa belgilangan tezlikda (1.25 mm/min) kiritiladi.

4. Kiritish davomida hosil bo'lgan kuch o'lchanadi.

5. Olingan natija standart grafik bilan taqqoslanadi.

Penetratsiya sinovining natijalari

Sinov natijalari quyidagi xususiyatlarni baholashga yordam beradi:

- Tuproqning qatlamlararo mustahkamligi.
- Yo'l qatlami va asosining deformatsiyaga chidamliligi.
- Qatlamlar orasidagi kuch taqsimotining sifati. - Qattiq va yumshoq qatlamlarning chegaralari.

Qo'llanilishi

1. Yo'l va aerodrom qurilishi: yo'l asosining yuk ko'tarish qobiliyatini belgilash.
2. Binolar va inshootlar: poydevor ostidagi tuproq qatlamlarini tahlil qilish.
3. Zilzilaga bardoshli konstruksiyalar: tuproqning seysmik ta'sirga chidamliligini aniqlash.

Afzalliklari:

- Tuproqning yuk ko'tarish qobiliyatini tez va aniq baholashga imkon beradi.
- Dala va laboratoriya sharoitida qo'llanishi mumkin.

Cheklovlari:

- Tuproqning faqat ma'lum bir qismida baho beriladi, keng qamrovli ma'lumot olish uchun ko'p sinovlar talab qilinadi.
- Suv bilan namlangan tuproqdagi natijalar ba'zida noaniq bo'lishi mumkin.

Penetratsiya sinovi yo'l va inshootlar qurilishi uchun muhim ahamiyatga egabo'lib, tuproqning yuk ko'tarish qobiliyatini baholashda ishonchli usullardan biridir. Sinov natijalari qurilish jarayonida tuproq asosini mustahkamlash va yuk taqsimotini optimallashtirish uchun qo'llaniladi.

9.2. Ko‘prik va tonnellar yuki ko‘tarish qobiliyati bo‘yicha hisoblash

Ko‘priklar va tonnellar uchun yuk taqsimoti va maksimal kuchlanish nuqtalari aniqlanadi. Cheklangan elementlar usuli (FEM) yordamida inshootlarni model qilish keng qo‘llaniladi.

Amaliy qo‘llanilish usullari

1. Transport oqimi uchun hisob-kitoblar: yo‘l qatlamining har xil transport vositalari ostida deformatsiya qilish qobiliyatini aniqlash.
2. Ko‘priklarning mustahkamligini tahlil qilish: ularning uzoq muddatlichidamliligini ta‘minlash.
3. Tabiiy yuklarga qarshilikni hisoblash: qordan, shamoldan yoki suvbosimidan himoya qilish uchun zaruriy parametrlarni hisoblash.
4. Zilzilaga bardoshli konstruksiyalarni loyihalash: sun‘iy inshootlarning zilzila sharoitida buzilmasligi uchun xavfsizlik zonalarini aniqlash.

Yo‘llar va ulardagi sun‘iy inshootlarning konstruktiv elementlarini yuk ko‘tarish qobiliyati bo‘yicha to‘g‘ri hisoblash, transport va infratuzilma xavfsizligini ta‘minlashning asosiy sharti hisoblanadi. Materiallar xususiyatlarini hisobga olish, zamonaviy hisoblash usullarini qo‘llash va mustahkamlik normativlariga rioya qilish inshootlarning uzoq muddat xizmat qilishini ta‘minlaydi.

Nazorat savollari;

1. Yuk ko‘tarish qobiliyati nima va bu qanday aniqlanadi?
2. Konstruktiv elementlarning yuk ko‘tarish qobiliyatini hisoblashda qanday omillar inobatga olinadi?
3. Yo‘lning poydevor qavatlarining yuk ko‘tarish qobiliyati qanday baholanadi?
4. Ko‘prik konstruksiyasi yuk ko‘tarish qobiliyatiga qanday ta‘sir ko‘rsatadi?
5. Statik va dinamik yuklar o‘rtasidagi farqni tushuntiring va ularning tuzilma mustahkamligiga ta‘sirini bayon qiling.

6. Yuk taqsimoti qanday amalga oshiriladi va bu tuzilmaning barqarorligiga qanday ta'sir qiladi?

7. Yuk ko'tarish qobiliyatining cheklanganligi qanday aniqlanadi va bu tuzilmaning ishlashiga qanday ta'sir qiladi?

8. Beton va asfaltning mustahkamligini aniqlashda qanday usullar qo'llanadi?

9. Konstruktiv barqarorlik va uning tuzilma ustida ta'siri haqida tushuncha bering.

10. Deformatsiyaning tuzilma ustida qanday ta'sir ko'rsatiladi va bu holatda qanday hisoblashlar amalga oshiriladi?

11. Zarba ta'sirining tuzilma mustahkamligiga qanday ta'sir qilishini tushuntiring.

12. Elastiklik limitlari va materialning deformatsiyaga chidamliligi o'rtasidagi bog'lanishni tushuntiring.

10-BOB. YO‘L KONSTRUKSIV ELEMENTALARINING MUSTAHKAMLIGINI TA’MINLASHDA QURILISH MATERIALLARINI TANLASH.

10.1. Asfaltbeton qoplamalarining mustahkamligini ta’minlashda qurilish materilallarini tanlash

Yo‘l konstruktiv elemetlarining mustahkamligini oshirish uchun birinchi navbatda konstruktiv elementlarni tashkil etuvchi materiallarning fizik-mexanik xossalari me’yoriy hujjat talabiga javob berishi shart.

Respublikamizning ayrim hududlarida asfaltbeton qorishmalarini ishlab chiqarishda daryo tosh materiallaridan foydalanib kelinmoqda. Daryo tosh materiallarining yuzasi silliq bo‘lganligi tufayli bog‘lovchi bilan yopishuvchanligi kamayadi, bu ham qoplamaning ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini kamayishiga sabab bo‘ladi. Qorishmaning tarkibini ishlab chiqishda mineral materiallarning fizik - mexanik xossalari va donadorlik tarkibiga ham alohida e’tibor berishimiz shart.

Respublikamizda yozgi qoplama harorati 70°C dan oshmoqda. Hozirgi mavjud me’yoriy hujjatlarda esa asfaltbeton qoplamalarga 50°C gacha haroratda texnik talablar mavjud. Albatta, Respublikamiz issiq iqlim haroratini hisobga olgan holga me’yoriy hujjatlardagi talabni 70°C ga oshirishimiz zarur.

Asfaltbeton qoplamasining mustahkamligini ta’minlash uchun issiq asfaltbeton qorishmasini tayyorlash uchun ГОСТ 9128-2013 “Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов” texnik shartlarda materiallar quyidagi me’yoriy hujjat talablariga javob berishi keltirib o‘tilgan:

1. Chaqiqtoş ГОСТ 8267 – “Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ” texnik shartlar.
2. Qum ГОСТ 8736 – “Песок для строительных работ” texnik shartlar.
3. Mineral kukun ГОСТ Р 52129 – “Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей” texnik shartlar.

4. Hamda slanesli tog‘ jinsidan olingan mahsulot MP-1 markali mineral kukun ГОСТ 16557-2005 “Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей” texnik sharti talablariga javob beradi.

5. Bitum ГОСТ 2245 – “Битумы нефтяные дорожные вязкие” texnik shartlar.

Bitum ГОСТ 33136 (bitumga ignaning botish chuqurligi), ГОСТ 33138 (bitumning cho‘ziluvchanligi), ГОСТ 33142 (bitumning yumshash harorati), ГОСТ 33143 (bitumning mo‘rtligi) sinov usullari bo‘yicha sinaladi.

ГОСТ 9128-2013 “Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов” da asfaltobeton qorishmasidan namunalar tayorlab, uning fizik mexanik xossalarini aniqlash uchun sinov usullari keltirib o‘tilgan.

Asfaltbeton qorishmalarini tayyorlashda biz asosan BND 60/90 bitumdan foydalanamiz, ushbu bitumning yumshash harorati esa 47 °C ga teng. Issiq iqlim hududlar uchun ushbu bitumning samaradorligi kamroq. Shuning uchun biz, asfaltbeton qorishmalarini tayyorlashda keng miqyosda yuqori haroratga chidamli modifikatsiyalangan bitumlardan foydalanishimiz shart.

Asfaltbeton qoplamalari ГОСТ 12801 ga muvofiq sinovdan o‘tkazilib natijalar tahlil qilinadi.

Asfaltbeton qorishmasining tayyorlash maqsadida Respublikamizning Jizzax viloyatidagi Sayxun tosh maydalash zavodidagi dolomit hamda Samarqand viloyatidagi Oqtosh tosh maydalash zavodidagi granit tosh materiallarini qo‘llash yuqori samara beradi.

Dolomit va granit tosh materiallarining chaqirtosh hamda qumlarini fizik - mexanik xossalari laboratoriya sinovlari orqali aniqlanganda granitli tosh materiallarining fizik - mexanik xossalari yuqoriligi aniqlangan.

Asfaltbeton qorishmasini tayyorlash maqsadida dolomit va granitli chaqirtoshning fizik - mexanik xossalari aniqlanib me‘yoriy hujjat talabi bilan taqqoslandi. Sinov natijalari 10.1-jadvallarda keltirilgan.

Chaqiqtooshning fizik-mexanik xossalari

№	Ko'rsatkichlar	ГОСТ 8267 talabi bo'yicha chaqiqtoosh	Haqiqiy holat dolomit	Haqiqiy holat granit
1	Suvni yutish, %	0,8	0,6	0,4
2	Sovuqqa chidamliligi, markasi	F50	F50	F50
3	Maydalanuvchanlik markasi	1000	1200	1400
4	Eziluvchanlik markasi	II 2	II 1	II 1
5	Yumshoq jinslar donalarining miqdori, %	2	2	1.5
6	Ignasimon yapaloqsimon donalarning miqdori, %	15	11,6	8,7
7	Chang va loy zarralarining miqdori, %	1,1	0,8	0,7
8	To'kma zichlik, kg/m ³	1520	1590	1580
9	G'ovakligi, %	42,4	40,1	39,8
10	Haqiqiy zichligi, g/sm ³	2,72	2,79	2,78
11	O'rtacha zichlik, g/sm ³	2,63	2,43	2,42

Asfaltbeton qoplamasining mustahkamligini oshirishda qo'llaniladigan qumning fizik-mexanik xossalari 10.2-jadvalda keltirib o'tilgan.

Qumning fizik-mexanik xossalari

№	Ko'rsatkichlar	ГОСТ 8736 talabi bo'yicha qumni xossalari	Haqiqiy holat dolomit qumi	Haqiqiy holat granit qumi
1	O'lcham moduli	2	2	2
2	Maydalanuvchanlik markasi	1000	1200	1400
3	Haqiqiy zichlik P, kg/m ³	2370	2390	2380
4	O'rtacha zichlik p, kg/m ³	1810	1830	1840
5	G'ovakligi, %	17	15	14
6	Chang va loy zarralarining miqdori, %	0,36	0,21	0,19

Mineral kukunga qo'yilgan talablar

O'zbekiston Respublikasi Samarqand viloyati Nurobod tumani hududidagi slanesli tog' jinslaridan olingan faollashgan mineral kukun laboratoriya sharoitida

sinovdan o'tkazilib, olingan natijalar ГОСТ 16557-2005 "Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей" T.U. me'yoriy hujjati talablariga solishtirib ko'rildi va faollashgan mineral kukun talablariga mos kelishi lozim. Slanesning fizik, mexanik va texnologik xossalarini 10.3 - jadvalda ko'rishimiz mumkin.

10.3– jadval

Slanesli mineral kukunning fizik-mexanik va texnologik xossalari

№	Ko'rsatkichlar	dan	gacha
1	a) Sirt namunalari		
2	Hajmiy og'irlik, g/sm ³	2,36	2,79
3	Suvning singishi, %	0,11	4,27
4	Samarali g'ovakdorlik, %	0,30	9,91
5	Quruq holda siqilishga mustahkamligi, MPa	37,74	149,33
6	Suvga to'yintirilgan holda siqilishga mustahkamligi, MPa	46,69	178,69
7	Muzlashga bardoshliligi sinalgandan so'ng (50 ta sikl) Chegaraviy siqilishga mustahkamligi, MPa	23,73	116,80
8	Yumshash koeffitsiyenti	0,66	0,95
9	Ishqalanuvchanligi, g/sm ²	0,80	3,01

Bitum (lot. bitumdan - tog' smolasi), qattiq, yopishqoq-plastmassa yoki suyuq materiallar, asosan naftenik, aromatik va metan qatoridagi yuqori molekulyar uglevodorodlar va ularning kislorod, oltingugurt va azot aralashmasidan iborat bo'lib, haroratga qarab xususiyatlarini o'zgartiradi.

Xom ashyo turiga qarab bitum tabiiy va neft bitumlariga bo'linadi.

Tabiiy bitumlar - tabiatda deyarli sof holda topilgan yoki asfalt jinslaridan olinadigan, uglevodorodlar va ularning metall bo'lmagan hosilalari aralashmasidan iborat bo'lgan, tabiiy iqlim natijasida juda uzoq vaqt ta'sir qilish natijasida neftdan hosil bo'lgan yopishqoq suyuqliklar yoki qattiq moddalardir. Tabiiy bitumlar yer qobig'ining yuqori qatlamlarida uchraydi yoki ba'zi hollarda yer ustida ko'llar shaklida to'planadi.

Tabiiy bitumlar neftdan yengil fraksiyalarning asta-sekin bug'lanishi natijasida, uning qoldiqlarini atmosfera kislorodi bilan polimerizatsiya va oksidlanish jarayonlari

ta'sirida hosil bo'lgan. Qorong'i qobiqning yuqori qatlamlariga kirgan neft issiqlik va bosim ta'sirida tog' jinslarining bo'shliqlari va g'ovaklarini to'ldiradi (ohaktoshlar, dolomitlar, qumtoshlar, qumlar va boshqalar) va ularni singdiradi. Natijada bitumli yoki asfalt deb ataladigan bitum bilan singdirilgan jinslarning konlari paydo bo'ladi.

Polimer bilan modifikatsiyalangan bitum yordamida ishlab chiqarilgan asfaltbeton yuqori haroratda mustahkamlik va yopishqoqlikni oshiradi va takroriy dinamik deformatsiyalar ostida ta'sirni kamaytiradi. Avtomobil g'ildiraklari va yo'l yuzasi orasidagi ilashish koeffitsienti bitum qo'shimchalarini qo'llashda qo'shimchalarsiz bitumdan foydalanganda uning ko'rsatkichlarini 15-20 % ga orttiradi.

Asfaltbeton qorishmalarini tayyorlash uchun Farg'ona viloyatidagi neftni qayta ishlash zavodida olingan neft bitumidan ham foydalanish mumkin.

Asfaltbeton qorishmalarida bog'lovchi sifatida ishlatiladigan bitumning xususiyatlari 10.4-jadvalda keltirilgan.

10.4-jadval.

BND 60/90 bitumning xossalari

№	Ko'rsatkichlar nomi	Bitum BND 60/90	
		ГОСТ bo'yicha standart 22245-90	Farg'ona bitumi haqiqiy holat
1	Ignaning kirish chuqurligi, 0,1 mm a) 25 ° C da b) 0 ° C da	61-90 20	86 21
2	KISh bo'yicha yumshash harorati, °C	47	46
3	Eskirishdan keyin yumshash haroratining o'zgarishi, ° C	5	4
4	Bitumning cho'zilishi, sm a) 25 ° C da	55	67
5	Mo'rtlik harorati, °C	-15	-13
6	Penetratsiya indeksi	-1,1-1,0	+0,2

10.2. Beton konstruksiyalarning mustahkamligini ta'minlashda ishlatiladigan materiallarga qo'yiladigan talablar

Betonning sifati unga ishlatiladigan materiallarning, chaqirtosh (shag'al), qum, sement, suv va ko'shimchalarning sifatiga bog'liq bo'lib, ular betonning tarkibiy qismlari bo'libgina qolmay, balki uning tuzilishini ham shakllantiradi.

Betonga ishlatish maqsadida tanlangan materiallar GOST larga, texnik sharoitlarga qo'yilgan talablarga, beton buyumlar ishlatiladigan sharoitlarga mos bo'lishi zarur. Materiallar tanlanayotganda buyum tayyorlash texnologik jarayonning o'ziga xos jihatlari nazarda tutish lozim.

Chaqiqto'sh (shag'al). Betonga ishlatiladigan chaqiqto'sh GOST 10180 -90, GOST 10181-2000, GOST 26633-91, GOST 7473-94 talablariga mos bo'lishi kerak. Chaqiqto'sh tog' jinslaridan yoki sun'iy to'shsimon materiallardan olinadi. Makrotuzilishidagi tarkibiy qism xisoblanuvchi chaqiq to'shning sifatiga, uning yirik maydaligiga, donalarining tarkibi va shakliga, asl jinsning xossalriga (mustahkamligi, sovuqqa chidamliligi, suv shimuvchanligi, mineralogik tarkibiga) qarab baho beriladi.

Inshootlarning massiv qismlari uchun yirik chaqiqto'sh ishlatish mumkin. Maxsus maqsadlarda ishlatiladigan betonlar (masalan, yuqori darajada mustahkam betonlar, avtomobil yo'llarda va aerodromlarda samolyotlar qo'nadigan maydonlarga yotqiziladigan betonlar) ga ishlatiladigan chaqiqto'sh donalarining eng yiriklari 40, 20 mm va ayrim hollarda 10 va 5 mm. Bunday chaqiqto'sh betonning fizikaviy xossalari yaxshilashi bilan birga, uning egilishga va cho'zilishga chidamliligini oshiradi.

Texnologiya xossalari yaxshi bo'lgan zich qorishmalar hosil bo'lishi uchun donalarining yirik-maydaligi turlicha bo'lgan, bo'shliqlari 45% dan oshmaydigan va donadorlik tarkibi jihatdan 10.2-rasmda ko'rsatilgan egri chiziqlar chegarasidan chetga chiqmaydigan chaqiq to'shlar ishlatiladi. Donalari qubsimon shakldagi chaqiqto'shlar hammasidan afzalroqdir. Betonga ishlatiladigan chaqiq to'shda yassi va barmoqsimon donalar miqdori 25 % dan oshmasligi kerak.

Sement qorishmasi bilan chaqiqto'sh donalarining o'zaro tasir etishuvida kimyoviy – fizikaviy jarayonlar davomida sement to'sh bilan chaqiq to'sh donalari bir-biri bilan yanada mahkamroq tishlashadi. Mayda g'ovakli tuzilishdagi jinsdan chaqilgan to'shlarning sement to'sh bilan tishlashuv quvvati xususan juda yaxshi bo'ladi. Chaqiqto'sh donalarining sirti qanchalik g'adir – budur bo'lsa, sement qorishmasi bilan shunchalik mahkam tishlashadi.

Chaqiqtoosh mustahkamligi bo'yicha quyidagi markalarga bo'linadi: 1400, 1200, 1000, 800, 600, 400, 300, 200.

Chaqiq toshlar sovuqqa chidamliligiga qarab, 25, 50, 100, 150, 200, 300 markalarga ajratiladi. Har bir ayrim holda chaqiq toshning sovuqqa chidamliligi loyihaga muvofiq belgilanadi va betonning sovuqqa chidamliligidan kam bo'lmasligi lozim.

Chaqiq toshlarda oltingugurt va sulfatli birikmalar ko'rinishidagi zarrali aralashmalar miqdori cheklangan, korroziv sement tosh, gilli moddalar (vazn bo'yicha 1 % dan oshmasligi kerak) va organik birikmalar, ularning yuqori mikdorda bo'lishi betonni buzadi.

Betonning makrotuzilishdagi tarkibiy qismi hisoblanuvchi shag'alning sifatiga uning petrografik tarkibi, yirik-maydaligi, zarralarning donadorligi, qo'shiladigan faol moddalarning sifati va miqdoriga, shuningdek fizikaviy-mexanikaviy xossalriga qarab baho beriladi. Chaqiq tosh donalarining yirik-maydaligi, tarkibi, suv shimuvchanligi va sovuqqa chidamliligiga qanday talablar qo'yilsa, shag'alga ham xuddi shunday talablar qo'yiladi. Shakli dumaloq, serqirra va sirti g'adir-budir donalardan tashkil topgan shag'al hammasidan yaxshi hisoblanadi. Uning siyqalangan yassi donalarini chaqib, maydalash kerak.

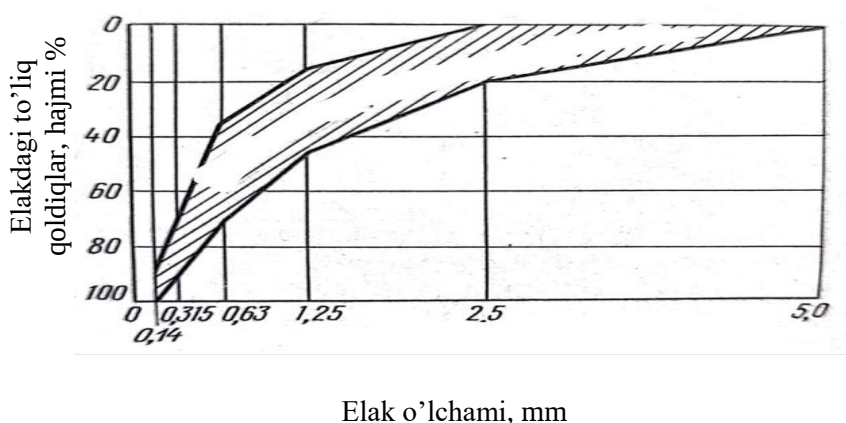
Shag'alda oltingugurtli va sulfatli birikmalar miqdori, SO_3 bo'yicha 1% dan ko'p bo'lmasligi, chang-loysimon - og'irligi bo'yicha 2% gacha bo'lishi kerak.

Tabiiy shag'allar konida changsimon moddalar va gilli aralashmalar bo'ladi. Ularni shag'al yuvgichlarda yuvib tozalash va sarxillash kerak.

Qum. Betonga ishlatiladigan qumlar GOST 8736-93, GOST 6139 -2003 talablariga mos kelishi kerak. Odatda qumlar tabiiy va sun'iy bo'ladi. O'zbekiston Respublikasida asosan ko'l, daryo qumlari ishlatiladi. Beton uchun ishlatiladigan qumlar toza bo'lishi kerak. Qum tarkibida uchraydigan gips, slyuda, chang va loy zarralari betonning sifatini pasaytiradi, shuning uchun qumlar elanishi va yuvilishi zarur.

Qumning muhim xossasi – suv talabchanligidir, ya’ni zarralari sirtida va bo’shliqlarida suvni ushlab tura olishi. Yirik qumlarning suv talabchanligi 5-6%, mayda qumlarda 12-13% atrofida bo’ladi.

Qumning yirik – maydaligi va zarraviy tarkibi sementni kam sarflab, mustahkam beton olish uchun muhim ro’l o’ynaydi. Sement qorishmasi qum zarralari orasidagi bo’shliqlarini to’ldiradi va zarralarini qamrab o’rab oladi. Demak, qumning solishtirma yuzasi qanchaliq kichik va yirik qumda bo’shliqlar qanchalik kam bo’lsa, sement shunchalik kam sarflanadi. Qumning zarraviy tarkibi (10.1-rasm) qo’yish kerak egri chiziq bilan ifodalangan chekli miqdoriga mos tushishi lozim.



10.1-rasm. Qumning donalari tarkibi.

Betonga ishlatiladigan qumning yirikligi 10.5-jadvaldagi ma’lumotlarga muvofiq belgilanadi.

10.5-jadval.

Qumning turlari	Yiriklik moduli
Yirik	3.5 dan 2.5 gacha
O’rta	2.5 dan 2 gacha
Mayda	2 dan 1.5 gacha
Juda mayda	1.5 dan 1 gacha

Organik moddalar, slyuda, gips aralashgan qum betonning sifatini pasaytirib yuboradi. Shunga ko’ra, texnik sharoitlariga binoan, qumda slyuda miqdori 0,5% dan, gips 1% dan, chang va gilli zarralari 3% dan oshmasligi kerak. Eng yaxshisi, zarralari ozgina siyqalangan yirik, toza qumlar - ko’l, daryo qumlaridir. Biroq ayrim hollarda bu qumlarga chig’anoklar, shag’al va ba’zan gilli tuproqlar

aralashgan bo‘ladi. Bunday qumlarni elanishi va yuvilishi. Solishtirma yuzasi katta bulgan maxalliy mayda kumlardan foydalanganda sement juda ko‘p sarflanadi. Beton qorishma tayyorlashning zamonaviy texnologiyasi qo‘llanilganda (qorishmaga plastifikator qo‘shilganda, qorishma majburiy aralashtirilganda va silkitib zichlashtirilganda) mahalliy mayda qumlardan juda samarali foydalanish mumkin.

Sementlar. Betonga har xil portlandsementlar, shuningdek, GOST lardagi, birinchi navbatda, GOST10178-85 va GOST 31108-2020 dagi talablarga mos keladigan sementlar ishlatiladi. Sementlarning turini tanlayotganda, inshootning beton qismlari qanday sharoitda ishlatilishini nazarda tutiladi. Masalan, gidro-texnik inshootlarga issiqlik chiqarish (ekzotermik) qobiliyati, o‘rtacha bo‘lgan portlandsementlar, pussolan portlandsementlar va toshqolli portlandsementlar, shoshilinch bajariladigan ishlarda tez qotadigan portlandsementlar va giltuproqli portlandsementlar, yemiruvchi tasir ko‘rsatadigan sharoitda ishlaydigan inshootlarga - sulfatga chidamli sementlar, beton konstruksiyalardagi choklarni, tirqishlarni berkitib tashlash uchun kengayadigan yoki cho‘kmaydigan sementlar ishlatiladi.

Betonning berilgan mustahkamligiga (uning sinfiga) qarab, faollikni (sement sinfi) o‘rnatiladi (10.6-jadval).

10.6-jadval

Beton sinfi	150	200-250	300	400	500
Sement sinfi	300	400	500	500-600	600

Yuksak darajada mustahkam betonlar tayyorlash texnologiyasida beton sinfining sement sinfidan katta bo‘lishga yo‘l qo‘yiladi.

Suv. Beton qorishmaga ishlatiladigan suv GOST 23732-79 talablariga mos bo‘lishi kerak. Bu-erkin mineral va organik kislotalar aralashmagan toza ichimlik suvdir (pH – vodorod kursatkichi 4dan kam va 12dan katta bo‘lmasligi lozim).

Suvning sifati kimyoviy usulda aniqlanadi. Suvning sifati shubha tug‘dirgan hollarda uning yaroqli-yaroqsizligi tajriba yo‘li bilan, ya’ni sinovdan o‘tkazilgan

suv va toza suv ishlatilgan beton korishmalardan tayyorlangan va bir xil sharoitda 28 sutka mobaynida quritilgan namunalarning mustahkamlik chegaralarini o'zaro taqqoslab ko'rib aniqlanadi. Odatdagi botqoqliklar suvi, zovur va ko'lmak suvlari hamda sanoat korxonalari chiqindilari bilan ifloslangan oqindi suvlarni beton qorishmalari uchun ishlatish taqiqlanadi.

10.3. Temirbeton konstruksiyalarning mustahkamligini ta'minlashda konstruksiyalarga qo'yilgan talablar

Yig'ma temirbeton konstruksiyalari oddiy armatura va oldindan zo'riqtirilgan armaturali bo'ladi. Armaturani oldindan zo'riqtirilish sababi, po'lat cho'zilishi deyarli 10 marta katta betonni cho'zilishidan. Shunda buyumni cho'zilgan zonasida betonda darz hosil bo'lishi muqarrar, bu esa, egilishlarni ortiradi va hosil bo'lgan darzlardan suv kirishi natijasda armaturani yemirilishiga olib keladi. Oldindan zo'riqtirilganda beton armaturani mustahkam siqib oladi.

Shu bilan bir qatorda (armaturani) oldindan zo'riqtirilganda armaturalar sarfini kamaytiradi, temirbetonli konstruksiyalarini og'irligi pasayishi, ularni bikirligi ortadi, uzoqqa chidamligi ortishiga imkon bo'ladi.

Temirbeton buyumlari ishlatiladigan beton turi bo'yicha (og'ir, yengil, silikatli, g'ovakli beton); ichki tuzilishi bo'yicha (yaxlitli, ichi g'ovak, bir-, ikki va ko'p qatlamli) va boshqalarga bo'linadi. Yig'ma betondan ishlangan va temirbeton buyumlari vazifasiga ko'ra bo'linadi.

✓ yo'l qurilishi uchun – qoplama plitalar, asos va piyodalar yo'li, kilometrli ustunlar, belgini ko'rsatish uchun ustunlar.

✓ yig'ma ko'prik va quvurlar uchun – poydevor bloklari, ko'prik tayanchi va qoziqoyoqlari (svay), oraliq qurilma bloklari, quvur bo'g'inlari va navlari, panjara qismlari.

✓ sanoat va fuqarolik inshootlarida.

✓ gidrotexnik inshootlari uchun – plitalar, qoziqoyoqlar, quvurlar, novlar, to'siq elementlari va boshqalar.

✓ vodoprovod – kanalizatsiyali va boshqa inshootlar uchun – vodoprovod va kanalizatsiya quvurlari, suv oqiziladigan katta quvurlar, kuzatish qudug‘i, yomg‘ir qabul qiluvchi qurilma, suyuq mahsulot saqlanadigan va sochiladigan materiallar joyi.

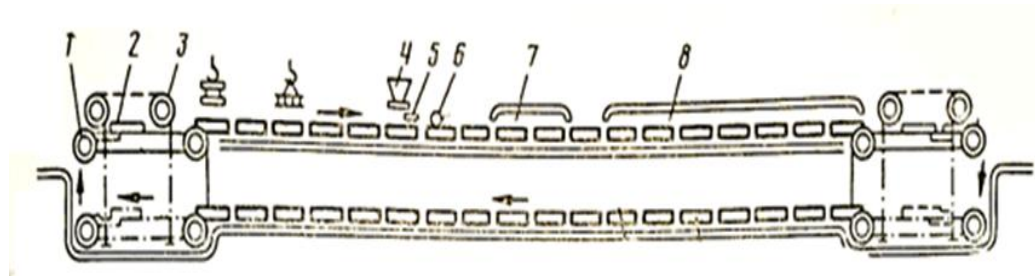
Beton va temirbeton konstruksiyalari zavodda va poligonlarda tayyorlanadi, qaysiki, ulardan tayyorlangan elementlardan hilma-hil inshootlar barpo qilish imkonini beradi. Yig‘ma buyumlar va konstruksiyalar tayyorlash quyidagi asosiy texnologik jarayonlardan iborat: materiallarni tayyorlash; beton qorishma tayyorlash; armatura elementlarini tayyorlash, qoburg‘a (karkaslar), xatcho‘p qismlari; mahsulotlarni armaturalash va qoliplash; mahsulotlarni qotishi uchun optimal sharoitlarni ta‘minlash; tayyor mahsulotlarni qolipdan chiqarib olib, qoliplarni keyingi siklga tayyorlash; ba‘zi mahsulotlarni yuzasiga ishlov berish; tayyor buyumlar sifatini nazorat qilish, ularni yig‘ib va butlab, joylashtirish.

Temir beton buyumlari ishlab chiqarishni tashkil etishning ikkita tubdan farq qiladigan usullari mavjud:

Qoliplarda tayyorlash texnologiyasi liniyasida joyni o‘zgartirish bir ish joyidan boshqasiga ko‘chiriladi. Ushbu usul bo‘yicha mahsulotlar ishlab chiqarish konveyer va oqim-agregat texnologik liniyalarida amalga oshiriladi.

Konveyer usuli bu - mahsulot ishlab chiqarish uchun yanada takomillashtirilgan oqim sxemasi bo‘lib, bu texnologik operatsiyalarni maksimal darajada mexanizatsiyalantirish va avtomatlashtirishga imkon beradi. Konveyer ishlab chiqarish usuli bilan mahsulotlar kolib aravachalarida tayyorlanadi, ya‘ni yopiq xalqa bo‘ylab harakatlanadigan, uzluksiz harakatni issiqlik va namlik bilan ishlov berish konveyeri va kameralari tomonidan hosil qilinadi. Mahsulotlar vaqt oralig‘ida postdan postga o‘tadi.

Konveyerli ishlab chiqarish sxemasi yuqori quvvatga ega zavodlarda bir xil turdagi temirbeton mahsulotlarini ishlab chiqarishda qo‘llaniladi (10.2-rasm).



10.2-Rasm. Ikki qavatli beton yoyadigan sxema.

1–ko‘targich; 2–itaruvchi; 3–uzatma ko‘targich; 4–beton joylatirgich;
5–tebratkich; 6–tekislash moslamasi; 7–ushlab turish zonasi; 8–oldindan
isitish kamerasi; 9–shakl.

Temirbeton va betonli mahsulotlar va qonstruksiyalar zavod sharoitida ishlab chiqarilganida, yuqori murakkabli jihozlarni samarali qo‘llash imkonini beradi, shunda temirbeton va beton xususiyatlariga ta’sir ko‘rsatadi.

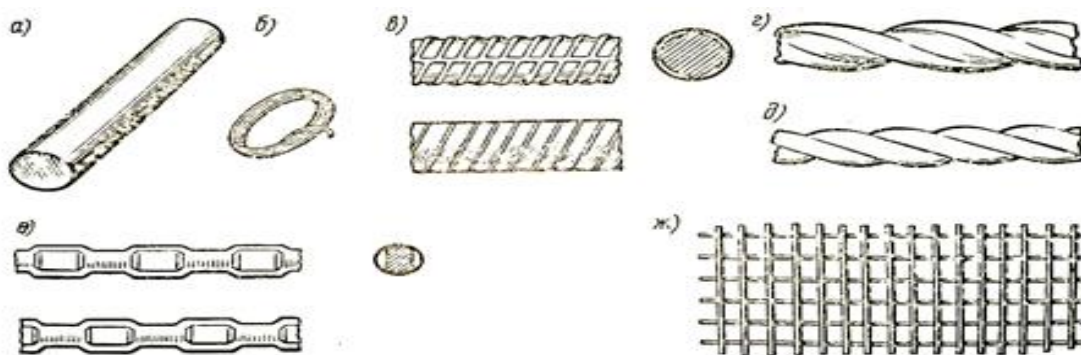
Oqim-agregat usulida keng ishlab chiqarish maydonlari, kapital sarfi va vaqt talab etiladi. Bu usulning ijobiy hususiyatlari murakkab bo‘lmagan texnologik jihozlarning mavjudligi, shu bilan birga ishlab chiqarishning moslanuvchanligidir.

Ishlab chiqarishning oqim-agregat usuli shundan iboratki, mahsulot ishlab chiqarish bo‘yicha barcha operatsiyalar shakillarni tayyorlash, armaturalash, beton aralashmani yotqizish va zichlash, qotishi uchun sharoitlarini taminlash, qoliplardan ajratish va ularni saqlash maxsus joylarda amalga oshiriladi, bu yagona texnologik liniyani shakillanishidir, bu sxemaning xususiyati majburiy ritmsiz oqimdir. Mahsulot, shakli bilan birgalikda, (kran yordamida) har xil vaqt oralig‘ida ketma-ket bir postdan ikinchisiga o‘tadi. Muayyan operatsiya bir necha daqiqadan, bir necha soatgacha davom etadi.

Beton qorishmasini tayyorlash. Temirbeton mahsulotlari va konstruksiyalari tayyorlanadigan (statsionar) zavodlarda beton qorishmasi beton qorg‘ich dastgohlarida tayyorlanadi. Beton va maxsus turdagi beton qorishmalarini tayyorlashning texnologik jarayonlari yuqorida batafsil ko‘rsatilgan.

Temirbeton mahsulotlarni armaturalash. Armatura - beton konstruksiyaga, asosan uning cho‘ziluvchan kuchlar ta’siriga uchraydigan joylariga joylashtirilgan po‘lat sterjen, karkas, xatcho‘p qismlarga aytiladi (10.3-rasm). Sterjenli

armaturaning normativ mustahkamligi, odatda 100 MPa dan oshmaydi, simli armatura 14 – 20 MPa mustahkamlikga ega bo‘ladi.



10.3-rasm. Armaturalarning turlari.

a–silliq sterjenli; b–silliq simli; v–issiq prokatkaangan davriy profil; g, d–o‘rama simlar; ye–sovuq yassilangan; j–payvandlangan to‘r.

Po‘lat armatura quyidagi sinflarga bo‘linadi: sterjenli armatura - A; simli armatura - V; kanat (po‘lat arqoni) armatura - K.

Oddiy temir-beton buyumlarini armaturalashni tayyorlash quyidagilardan iborat: to‘rlar, karkaslar, xatcho‘p qismlarni payvandlash va ularni loyihaviy holatiga o‘rnatish o‘z ichiga oladi.

Sterjenli armatura sexida nuqtali paydvandlash uskunasi, kontakt usulida payvandlab to‘r va karkaslar tayyorlanadi. So‘ngra armatura sterjenlaridan tayyorlangan to‘r va karkaslar zavodning qoliplash sexida oldindan tayyorlab qo‘yilgan qolipiga o‘rnatiladi.

Oldindan zo‘riqtiriladigan mahsulot tayyorlanishida cho‘zilishga ishlaydigan konstrutsiya uchun 15 MPa gacha va egiladigan elementlar uchun 6 MPa gacha betonni oldindan siqib zo‘riqtirilishi zarur. Siqish kuchlanishining kuchaytirilishi elastik ta’siri kuchlari bilan erishiladi, qaysiki, armaturani bog‘lanishi hisobiga yoki ankerli moslamalari yordamida betonga uzatiladi.

Armaturaning elektrotermik taranglashtirish mohiyati, bunda armaturali sterjenlarni, elektr toki bilan cho‘zib kerakli uzunlikka, belgilanadi va qattiq

taqiqlash shakllarida oʻrnatiladi, bu esa armaturani sovish vaqtidagi tezligini oldini oladi.

Temirbeton mahsulotlarni qoliplash va zichlash. Mahsulot qoliplash jarayoni quyidagilardan iborat boʻladi: betonlashtirish uchun shakllarni tayyorlash (tozalash, yigʻish, moylash); qolipga armaturali karkasni oʻrnatish va mustahkamlash; temirbetonli qonstruksiyalarni tayyorlashda oldindan zoʻriqtiriladigan armaturani qolipini tayanchiga taranglashtirish; toʻgʻridan – toʻgʻri qoliplash – beton qorishmasini joylash, qolipga taqsimlash va zichlash, shu bilan birga mahsulotni yuzasini pardoqlash.

Temirbeton buyumlarini shakllantirish. Formalar buyumlarning loyihaviy oʻlchamlarini, ularning sirt sifatini olishni taʼminlaydi. Ular kerakli qattiqlikka, oddiy yigʻish va yechilishga ega boʻlishi va buyumlarni shakllantirish jarayonida sement qorishmasini oqib ketishiga yoʻl qoʻyilmaslik kerak. Metall qoliplar koʻp tarqalgan, qaysiki, ularni ekspluatatsiya qilganda uzoq muddat ishlashini taʼminlaydi. Qolipning xizmat qilish muddati qonstruksiyaning ishochligidan va oddiyligidan, ekspluatatsiya jarayonida ularni parvarishlab turishdan va asosiysi, qolipni tozalab va moylashga bogʻliq boʻladi. Qolipni oldin tayyorlangan mahsulot-beton qoldiqlaridan tozalanadi, yigʻiladi va mahsulot betonni metall qolipga yopishib qolmasligi uchun turli xil moylar bilan moylanadi. Mahsulotlarni qoliplash usullarini va zichlashtirish vositasini quyidagi sinflarga boʻlish mumkin: quyma usuli bilan qoliplash; titratib qoliplash; nisbatan katta boʻlmagan bosim ostida titratib qoliplash; qorishmani presslab majburiy zichlashishi, tekislanishi, shibbalab qoliplash.

Quyma qoliplash usulida asosan gʻovakli qorishmadan quyib amalga oshiriladi. Qorishma oʻz ogʻirligi taʼsirida toʻldiriladi, qolipni faqat burchaklaridagi beton qorishmasiga nayza bilan ozroq ishlov berish talab qilinadi. Mahsulotlarni qoliplash bu usul koʻp tarqalgan, sababi oddiy betonga superplastifikatorlar qoʻshiladi.

Tebratib shakllantirish, harakatchan, kam harakatlanuvchi va oʻrta qattiq beton korishmalari uchun qoʻllaniladi. Tebratib zichlashda qoʻllaniladi: yuzali - tebratish

qorishmaning yuzasi orqali yassi tebratkichlar, tebranish elementlariga – qolip yordamida uzatiladi. Chuqurlikdagi - unda tebranish impluslari chuqur tebrantiruvchi orqali uzatiladi; hajmli - mahsulot tebratkich maydoniga o'rnatiladi, bunda butun korishmani tebranishlar uzatadi.

Mahsulotlar biriktirilgan gorizontal platformalariga mahkamlanadi va tebratish maydonlarida plitalar, panellar, kolonnalar, bloklar va boshqalarni zichlashtirish uchun foydalaniladi. Sanoatda 2 dan to 24 tonna gacha bo'lgan tebratgich maydonli yuk ko'targichlar ishlab chikariladi. Xususan, yo'l plitalarni qoliplash uchun shunday tebratgich maydonini qo'llash samarali hisoblanadi.

Tebratib preslanish shundan iboratki, shakilga yotqizilgan va tebranish bilan qisman zichlashgan beton qorishma preslanishga duchor bo'ladi – qo'shimcha zichlashtiriladi. Preslaydigan bosim 2.5 – 5 MPa, shunda mahsulotdan korishma suvidan ortiqcha bog'lanmagan suv chiqadi, 8-12% miqdorida.

Presslanishda mahsus qattiq beton qorishmadan mahsulotlar qoliplash uchun foydalaniladi. Bu holatda majburiy aralashtirish ro'y beradi va beton qorishma zarralari o'zaro yaqinlashadi, qaysibir vaqtni o'zida ortiqcha suvdan va havodan xalos bo'linadi. Presslaydigan bosim o'lchami 15 – 40 MPa oralig'ida bo'ladi. Presslashda qattiq mayda donador qorishmalardan mahsulot qoliplash samarali hisoblanadi.

Nazorat savollari:

1. Asfaltbeton qoplamaning mustahkamligini ta'minlashda materiallarga qo'yilgan talablar?
2. Asfaltbeton qoplamaning mustahkamligini ta'minlashda BND 60/90 bitumning ahamiyati?
3. Betonning asosiy xossalarini ayting va ta'riflab bering.
4. Beton sinfi (markasi) nima?
5. Beton to'ldirgichlarga qanday talablar qo'yiladi?
6. Og'ir betonlarni xossalari va qanday sinflarga (markalarga) bo'linadi?
7. Og'ir betonlarning maxsus turlarini ayting va ta'riflab bering.

8. Beton qorishmasini tayyorlash texnologiyasini aytib bering.
9. Yig'ma temirbeton buyumlar qanday armaturalanadi?
10. Temirbeton buyumlarni qoliplash jarayonlarini qisqacha ta'riflab bering.

11 -BOB. YO‘L KONSTRUKSIV ELEMENTALARINING MUSTAHKAMLIGINI TA’MINLASHDA SIFAT NAZORATI.

11.1. Yo‘l konstruksiv elementarida sifat nazorati tushunchasi

Yo‘llarning butun uzunligi, yoki uning qismlarida, shuningdek ayrim turdagi yo‘l-qurilishi ishlarini bajarishda uzluksiz ketma-ket qurish uslubini qo‘llash lozim.

Qurilish ob’ektlari tarqoq holatda, qisqa uzunlikda, bajariladigan ishlar bir xilda bo‘lsa, bir ob’ektdan boshqasiga navbatma-navbat o‘tadigan, ixtisoslashgan uzluksiz ishlaydigan guruhlar tashkil qilinishi kerak, ular, odatda, yo‘l-qurilish tashkilotining birlashgan tashkiliy tizim kompleksida bo‘lishi lozim.

Ketma-ket qurilishning tezligi, ayrim bajariladigan ish bosqichlari orasidagi tashkiliy va texnologik tanaffuslar kattaligi qurilishning o‘ta murakkab va ko‘p mehnat talab qiluvchi jarayonlarini va boshqa tashkiliy va iqtisodiy omillarni hisobga olib, texnik-iqtisodiy variantlarni solishtirish natijasida qabul qilinadi (texnik resurslarning tayyorligi va undan foydalanish darajasi, resurslardan tezkor va oqilona foydalana bilish, mumkin qadar qurilish jarayonini mexanizasiyalashtiradigan qurilma va materiallarni qo‘llash, joylardagi bor materiallardan foydalanish va hokazo).

Avtomobil yo‘llarini qurishda maxsus yo‘l mashinalari va jihozlardan, ko‘chma ta’mirlash uchastkalardan, zarur bo‘lgan transport va alo-qalardan, shuningdek quruvchilar uchun ko‘chma va oson ko‘cha oladigan vaqtinchalik qurilmalardan, omborlardan, ustaxonalardan va xokazolardan foydalanish zarur.

Qurilayotgan yo‘l bo‘yida ABZ va SBZ larni joylashtirish ularning xizmat ko‘rsatadigan yo‘l qismlari ko‘lamiini, qurilish tezligini hisobga olib, loyihaning qurilishni tashkil etish qismida aniqlanadi.

Avtomobil yo‘llari qurilishida har-xil ishlarni bajara oladigan mexanizmlarni QR 06.03-23 ning 1-ilovasida ko‘rsatilganidek, shu ishlarni kompleks mexanizasiyalashning bir necha variantlarini texnik-iqtisodiy solishtirish asosida tanlash lozim.

Yo‘l to‘shamasining asosi va qoplamasiga materiallarni taqsimlashda, asosan I va II toifali yo‘llarda, avtomatik nazorat olib boruvchi, yo‘nalishni va vertikal belgilarni tekshirib turuvchi uskunalar bilan jihozlangan o‘ziyurar taqsimlovchi mexanizmlardan foydalanish tavsiya etiladi.

Yo‘l qurilishida tayyorgarlik ishlari qurilishni tashkil etish loyihasi (QTEL) va ishlab chiqarishni tashkil etish loyihalari (ICHTEL) asosida yo‘l poyi qurilgunga qadar amalga oshirilishi lozim. Bu ishlar: trassani tiklash va bog‘lash, ajratilgan mintaqani tozalashdan, yo‘l poyi elementlarini joyida belgilashdan, suv chetlatish va quritish, yo‘l ko‘tarma asosini tayyorlash, vaqtinchalik yo‘llar va inshootlar qurish, aloqa va elektr tarmog‘i tortish, energiya, suv, bug‘ va gaz ta‘minotini tashkil etish ishlari kiradi.

Geodezik rejalash asosining hajmi va tarkibi, hamda qurilish jarayonida geodezik ishlarni bajarishdagi haqiqiy o‘zgarishlar SHNQ 3.01.03-09 talablariga javob berishi kerak. Trassani tiklash va joyiga bog‘lashda yo‘lning har ikki tomoniga ustunchalar o‘rnatish bilan yo‘l mintaqasi ajratib olinadi. Qurilishni joyiga geodezik bog‘lash asoslarini, odatda, buyurtmachi amalga oshirib, qurilish-montaj ishlari boshlanmasdan oldin 10 kun muddat ichida unga tegishli texnik hujjatlarni, hamda qurilish maydonidagi bog‘langan punktlar va belgilarni pudratchiga topshirishi kerak.

Yo‘l poyini qurish ishlari boshlanmasdan oldin tozalash paytida yig‘ilgan chiqindilarni yo‘l mintaqasida qoldirishga yo‘l qo‘yilmaydi.

Grunt uchun zahira yer va kar‘erlarni ishlatishga tayyorlash paytida, ajratilgan yer maydonini chegaralash, tozalash va gruntni tashish yo‘llarini qurish ishlarini bajarish kerak.

Grunt uchun zahira yer va kar‘erlarga ajratilgan maydonlarda suv yig‘iladigan joylar bo‘lsa, unda tuproq va tozalash ishlari boshlanmasdan oldin yuza suvlarini chetlatuvchi qurilmalarni qurish kerak bo‘ladi. Agar ishlov beriladigan tuproqning namligi me‘yordan ortiq bo‘lsa, unda tuproqni quritish choralari ko‘riladi.

Agar avtomobil yo‘lining qurilish sur‘ati yer osti inshootlarini qurish ishlaridan oldinda bo‘lsa, unda tegishli idoralar bilan kelishgan holda, yo‘l poyining

butunligini saqlash uchun inshootlar o'tkaziladigan joylarda kojuxlar yoki boshqa xildagi qurilmalar o'rnatiladi.

Qurilish ishlari tugagandan so'ng vaqtincha foydalanishga ajratilgan yer maydonlari loyihada ko'rsatilgandek qayta ishlanib, foydalanuvchilarga topshirilishi zarur.

Qurilish ishlarining sifatini ta'minlash bo'yicha asos bo'luvchi talablar SHNQ 3.01.01-22 "Qurilishda ishlab chiqarishni tashkil etish. Umumiy qoidalar" da va O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 20.05.2021 yildagi 321-sonli hamda 2023 yil 15 dekabrda 668-son qarorlarida qat'iyalashtirilgan.

Obyektda qurilish-montaj ishlarining sifati, ishonchliligi va zilzilabardoshligini ta'minlash texnik, iqtisodiy va tashkiliy ishlarni amalga oshirish orqali bajariladi.

Sifatni ta'minlash bir – biri bilan bog'langan, bir – birini to'ldiradigan ishchi loyihadan boshlab, ob'ektni topshirguncha davom etadigan texnik, iqtisodiy va tashkiliy masalalarni qamrab oluvchi tadbirlar majmuasi bo'lishini taqozo etadi.

Yo'l qurilishida qurilish – montaj ishlarining sifatini nazorat qilish quyidagi sxema bo'yicha amalga oshirilishi mumkin:

Qurilish-montaj ishlarining sifatini ishlab chiqarish nuqtai nazaridan nazorat qilish ishchi hujjatlar, konstruksiyalar, buyumlar, materiallar va uskunalarni kirish nazoratidan o'tkazishni hamda alohida qurilish jarayonlari va qurilish-montaj ishlarini qabul qilish nazoratini o'z ichiga oladi.

Texnik nazorat - buyurtmachi xizmati tomonidan ob'ektlarda qurilish- montaj ishlarini bajarishda va qabul qilishda qurilish sohasida olib boriladigan umumiy nazorat;

mualliflik nazorati - ob'ektlarda qurilish - montaj ishlarining shaharsozlik hujjatlariga muvofiqligiga doir ustidan shaharsozlik hujjatini ishlab chiqqan loyiha tashkiloti tomonidan amalga oshiriladigan nazorat;

Transport nazorati inspeksiyasi va uning hududiy bo'linmalari o'ziga yuklangan vazifalarga muvofiq avtomobil yo'llari va sun'iy inshootlarni qurish, rekonstruksiya qilish hamda ta'mirlashda (keyingi o'rinlarda — yo'l qurilishi) shaharsozlik to'g'risidagi qonunchilik hujjatlari va texnik jihatdan tartibga solish

sohasidagi normativ hujjatlar talablariga rioya etilishini nazorat qilish sohasida quyidagi funksiyalarni amalga oshiradi:

- yo‘l qurilishi ob’ektlarida bajariladigan qurilish-montaj va ta’mirlash ishlarining, shuningdek, ularda qo‘llaniladigan materiallar hamda konstruksiyalarning shaharsozlik to‘g‘risidagi qonunchilik va texnik jihatdan tartibga solish sohasidagi normativ hujjatlar hamda loyiha hujjatlari talablariga rioya etilishi yuzasidan qonunchilik hujjatlarida belgilangan tartibda davlat nazoratini ta’minlaydi;

- yo‘l qurilishi ob’ektining loyiha hujjatlarida qabul qilingan texnik yechimlar, shuningdek, yo‘l qurilishi jarayonida loyiha hujjatlariga kiritiladigan o‘zgartirishlarning qonunchilik hujjatlari hamda texnik jihatdan tartibga solish sohasidagi normativ hujjatlar talablariga muvofiqligini nazorat qiladi;

- yo‘l qurilishi ob’ektlarida qonunchilik hujjatlarida belgilangan tartibda texnik, mualliflik va ichki nazorat yuritilishi ustidan davlat nazoratini ta’minlaydi;

- qurilishi tugallangan yo‘l ob’ektlarini foydalanishga qabul qilish komissiyalarining ishida ishtirok etadi, bajarilgan qurilish-montaj va ta’mirlash ishlarining tasdiqlangan loyiha hujjatlariga muvofiqligi hamda ishlarining sifatini aniqlash bo‘yicha diagnostika va laboratoriya sinovlari o‘tkazilishini nazorat qiladi;

- avtomobil yo‘llaridan foydalanuvchilar hamda avtomobil yo‘llarini balansida saqlovchilarning qoidabuzarliklar to‘g‘risida kiritgan ma’lumotlari asosida yo‘llar, shahar ko‘chalari va boshqa aholi punktlarida yo‘l to‘shamasini o‘zboshimchalik bilan qazish, ularda sun’iy notekisliklar va to‘siqlar yaratish hamda qayta tiklash ishlarini nazorat qiladi;

- yo‘l qurilishida shaharsozlik qonunchiligiga rioya etilishini nazorat qilishni tashkil etish borasida texnik jihatdan tartibga solish sohasidagi normativ hujjatlarni takomillashtirish bo‘yicha takliflar kiritadi.

11.2. Asfaltbeton qoplamalarda sifat nazorati

Asfaltbeton qorishmalarini turi, xili, amaldagi standart talablariga mos ravishda asfaltbeton tayyorlash uchun yo‘l-qurilish materiallarni tanlash va ishlatilishiga bog‘liq ravishda loyihalash lozim.

Asfaltbetonlarning sifatini oshirish uchun mineral materiallarni fizik-kimiyoviy uslublar yordamida faollashtirish, yuzani faollashtiruvchi moddalar qo‘llash tavsiya qilinadi.

Issiq asfaltbeton qorishmalardan qoplamalar quruq ob-havoda, bahor va yoz fasllarida quriladi, bunda havoning harorati $+5^{\circ}\text{C}$ dan past, kuzda esa $+10^{\circ}\text{C}$ dan past bo‘lmasligi kerak; issiq asfaltbeton qorishmalari quruq, havo harorati 10°C gacha bo‘lganda quruq, muzlamagan asoslarga yotqiziladi.



11.1-rasm. Asfaltbeton qoplamalar qurish jarayoni.

Ishlar sifatining nazorati

Tayyor asfaltbeton qoplamalar quyidagi talablarga javob berishi kerak:

- qoplama tekis bo‘lishi kerak, tekislikning cheklangan me‘yorlari 5.7-jadvalda keltirilgan; 10; 20 va 40 m notekisliklar uchun amplitudasini balandlik nuqtalari ko‘rsatkichlarining farqlarini algebraik hisoblash yo‘li bilan aniqlanadi (5.8-jadval). Balandlik ko‘rsatkichlarining o‘zgarishdagi algebraik farqlari soni 5.8-jadvalda ko‘rsatilgan hamma o‘lchovlarning 80% ga teng bo‘lishi lozim;

– qoplamalar yuzasi bir jinsli tekis ko‘rinishli, bo‘shliqsiz va buzilishlarsiz, ulanish choklari bilinmas, tekis va chetlari to‘g‘ri bo‘lishi, qoplamaning kengligi loyihadagi ko‘rsatkichdan ± 10 sm dan ko‘p farq qilmasligi kerak, qalinligi oddiy mashinalar qo‘llanilganda $\pm 5\%$ dan ko‘p farq qilmasligi kerak.

– Ko‘ndalang nishabliklar ruxsat etilgan o‘zgarishlar o‘lchami kamida 80% ni tashkil qilishi lozim; oddiy kompleks mashinalar ishlatilganda $\pm 10\%$ ga o‘zgarishi va nishabliklarning ruxsat etilgan chegarasi -0.20 dan +0.03gacha oraliqdan chetga chiqishi mumkin emas. Avtomat nazorat moslamaslik mashina qo‘llanilganda ruxsat etilgani ± 0.005 , chegara ko‘rsatkichidan 0.010 va 0.015 dan chetga chiqmasligi lozim;

– Qoplamalarning qatlamlari bir-biri bilan va asos bilan yaxshi yopishgan bo‘lishi lozim, namunalar olinganda, har bir qatlam bilan mustahkam yopishgan bo‘lishi kerak;

– issiq qorishmalardan qoplamalar yotqizilgandan 10 sutka o‘tgandan so‘ng pastki qatlam zichlik koeffisienti 0.98 dan, yuqori qatlamniki esa 0.99 dan; V, G va D turlari uchun 0.98 dan kam bo‘lmasligi kerak.

– Avtomobil g‘ildiraklarining nam asfaltbeton qoplamasi bilan ish yakunlanganda ilashish koeffisienti meyoriy hujjat talablariga javob berishi lozim.

Asfaltbeton qorishmalarini tayyorlash jarayonida quyidagilar nazorat qilinadi; materiallar sifati, mineral materiallarning va bitumlarni me‘yorlash aniqligi; asfaltbeton qorishmasini va bitumlarni isitish tartibi; mineral materiallarning bitum bilan qo‘shib aralashtirish vaqti; tayyor asfaltbeton qorishmasining harorati; uning sifatining o‘rna-tilgan tartib va standart talabiga javob berish.

Materiallar xususiyatida o‘zgarishlar sodir bo‘lsa, asfaltbeton qorishmasining tarkibiga o‘zgarishlar kiritiladi.

Asfaltbeton qorishmasi uchun ishlatiladigan materiallar sifati mavjud usullarda va standartlar bilan tekshiriladi. Bunda chaqiqtoş va shag‘al maydalanish, barabanda yoyilish va muzlashga chidamlilik talablariga javob berish kerak.

Chaqiqtoş sifati maydalangan formalari bo‘yicha (yumalatilgan va maydalanmagan zarralar), donalar tarkibi, mavjud changsimon va loyli zarralar

miqdori bilan baholanadi. Har bir fraksiyadan kamida bir marta besh kun davomida va yangi chaqiqtoş partiyasi keltirilganda tekshirish uchun olinadi. Ishonchsiz ko'rsatkichlarda chaqiqtoş markasi, bo'sh va uvalangan donalar soni aniqlanadi.

Bunda aniqlangan ko'rsatkichlar amaldagi standartlar talabiga javob berishi lozim.

Qumlarning sifati, ularning donalar tarkibi, kattalik moduli, chang va loy zarralari borligini standartlarga binoan aniqlanadi. Tajriba uchun kamida uch marta yoki yangi qum partiyasi keltirilganda tekshiriladi.

Mineral kukunlarning sifati har bir yangi partiyasi bo'yicha standart talablariga binoan aniqlanadi.

Joriy tekshirish bo'yicha uch-besh kunda kamida bir marta mineral kukunlarning namlik darajasi, donalari tarkibi va bir xilligi aniqlanadi.

Bitum sifati har bir yangi partiyasi bo'yicha standart talablariga binoan tekshiriladi. Joriy tekshirishda 25 °C haroratda ignaning kirish chuqurligi aniqlanadi. Buning uchun tajribaga har bir ishchi qozondan, uzu-luksiz bitum qurilmadan har smenada bir marta tekshiruv partiyasi olinadi.

Asfaltbeton qorishmalari va bitumlarini tayyorlashda harorat tizimini nazorat qilishda o'lchanadi: asfaltbeton qorishmalarining hamda qozonlardagi bitumning haroratini va 2-3 soatda. Bitumning haroratini termobug' orqali kuzatiladi, agar termobug' bo'lmagan taqdirda cho'mich bilan olingan 2-4 dm³ bitumda o'lchanadi. Doimo ishlab turuvchi bitum erituvchi qo'llanmada bitum harorati termometr bilan tayyor bitum bo'liimda o'lchanadi. Asfaltbeton qorishmasining haroratini termometr bilan har bir avtomobilga to'kilgan tayyor qorishmada o'lchanadi.

Asfaltbeton qorishmalar tayyorlash jarayonida smenada 2-3 marta mineral materiallar bilan bitumni aralashtirishni ko'rsatilgandek vaqtda bajarilayotganini nazorat qilinadi (agar qorishtirgich avtomat boshqaruviga ega bo'lmasa).

Tayyor bo'lgan qorishmalarni sifatini, undan tayyorlangan bitumlarni standartlar ko'rsatmasiga binoan sinab aniqlanadi. Namunalarning fizik-mexanik xususiyatlari (xosiyatlari ko'rsatkichlari), shu turdagi qorishmaga bo'lgan talablarga to'la javob berishi lozim. Laboratoriya nazorati uchun har bir qorishtirgich tayyorlangan

qorishmalardan smenada 1-2 namuna olinadi. Asfaltbeton qorishmasining tarkibi o'zgarganda, ishonchli bo'lmagan va tortishuvli holatlarda qo'shimcha namuna olinadi.

Agar asfaltbeton qorishmalarining fizik-mexanik xossalari, doimo tanlashdagi olingan ko'rsatkichlardan (xususiyatlardan) farq qilsa, unda hamma materiallarning fizik-mexanik xossalari, qorishma tarkibi va uni tayyorlashdagi texnologik jarayon tekshiriladi.

Undan tashqari asfaltbeton qorishmalarini, uning yuza ko'rinishlari bilan baholanadi; rangi, bitumning bir me'yoda tarqalganligi, tushirish, yotqizish va zichlashda qulay ishlov berilishi.

Qoplama qurishda va uning dastlabki shakllanish paytida quyidagilar tekshiriladi:

a) asosning tekisligi, zichligi va tozaligi, yonbag'ir tirgaklardan foydalanilganda ularni o'rnatilganligi har smena boshlanishida, ish jarayonida;

b) issiq asfaltbeton qorishmalarining harorati, yotqizishga kelayotgan har bir avtomobildagi (11.1-jadval talabiga asosan);

11.1-jadval

Qorishma turi	Bitum markasi	Qorishgmaning harorati kamida, °C	
		YUFM siz	YUFM bilan
Issiq	BND 90/130	120	100
	BND 60/90		
	BND40/60		

c) asfaltbeton qorishmasini yoyishdagi ravonligi va yotqizilgan qatlamning zichlanish koeffisienti hisobga olgan holdagi qalinligi;

d) zichlash jarayonini QR 06.03-23 talablariga binoan;

e) ko'ndalang va bo'ylama nishabligi, ish jarayonida muntazam ravishda qoplama ravonligi;

f) ulanishlarni sinchkovlik bilan bajarilishi;

g) sovuq asfaltbeton qorishmadan qurilgan qoplamaning shakllanish jarayoni tugallanguncha (ba'zi paytlarda issiq uchun ham) harakatlanishni tartibga solish (harakatni yo'naltirish 10-15 sutka davom etadi).

Qurilgan qoplamada: zichlik koeffisienti va qatlam qalinligi; qatlamlarning bir-biri va asos bilan mustahkam yopishishi; asfaltbetonning xususiyatlarining ko'rsatkichlari texnik talablarga javob berishi; qoplamaning g'adir-budirligi o'lchovlari, avtomobil g'ildiragining qoplama bilan ilashishini nazorat qilinadi.

Qoplama ravonligi, ko'ndalang nishabligi va qatlam qalinligi QR 06.03-23 ning 3-ilovasiga binoan aniqlanadi.

Asfaltbetonning sifatini nazorat qilish uchun qoplamadan kernlar yoki bo'laklar olinib, qoplamaning zichlanish koeffisientini aniqlash, hamda asfaltbetonning xususiyatlari standart talablariga javob berishni, ularni shakllantirib yoki shakllantirmasdan sinaladi.

Issiq qorishmadan bo'lgan qoplamadan, yotqizilgandan 10 sutka o'tgandan so'ng namunalar olinadi.

Ustki qatlam qalinligi 3 sm dan kam bo'lgan taqdirda kernlar va bo'laklar quyi qatlam bilan qo'shib olinadi. Sinashdan oldin ustki qatlam quyi qatlamdan asta ajratib olinadi.

Kern va bo'laklar faqat harakat tasmasi o'rtasidan olinmasdan, qoplamalar yetarli darajada harakatlar bilan zichlanmagan joylardan, hamda ikki qatnov qismi yoki harakat tasmasi birlashishi yaqinidan ham olinadi.

Namunalar: qoplama keng bo'lmagan joyda uchta 1 km da; qoplama eni 7 m dan keng bo'lsa har bir 7000 m² maydondan 3 ta namuna hisobidan olinadi.

Namuna olish davrida qatlamning qalinligi va uning asos bilan yopishish mustahkamligi tekshiriladi.

Qoplamadan kesib olingan namunaga (11.2 va 11.3-rasm) sinov laboratoriyasi tomonidan namuna olish dalolatnomasi yoziladi. Dalolatnomaga qoplamaning qachon yotqizilganligi va bu qoplamadan qachon namuna o'yib olinganligi, bu ishlarni olib borgan boshqarmaning nomi va kim tomonidan bu ish olib borilganligi, ko'rilayotgan ob'ektning nomi, asos qanday turdaligi, qorishmaning turi, qatlamlarning qalinligi, yopishqoqlik sifati va hokazolar yoziladi.



11.2-rasm. Sinov laboratoriyasida qizdirib qayta tayyorlangan namuna



11.3-rasm. Qoplamadan kesib olingan buzilmagan namuna

Yotqizish va zichlashning sifati zichlanganlik koeffitsienti (K_z) va shu qoplamadan olingan namunaning suv shimuvchanligi bilan aniqlanadi, ya'ni

$$K_z = \gamma_k / \gamma \quad (11.1)$$

γ_k — qoplamadan qirqib olingan namunaning zichligi.

γ — laboratoriyada 400 kg/sm² kuch bilan zichlantirilgan namunaning zichligi.

Asfaltbeton qoplamalar qurilishida sifatni boshqarish tizimi loyihalashdan to tayyor qoplama holatigacha bo'lgan bosqichlarda shakllanadi.

Ishlab chiqarishda uchraydigan bunday kamchiliklarga yo'l qo'ymaslik uchun avvalo qorishma tayyorlamasdan, uning tarkibiga kiruvchi barcha mineral va bog'lovchi materiallarning sifatini tekshirish zarur. Shuningdek, ishlab chiqarish texnologiyasini aniq va barcha shartlarga rioya qilgan holda olib borish kerak. Mahsulotning sifatli va talabga muvofiq bo'lishini ta'minlash uchun avvalo ishlab chiqarishni, shu sohani yaxshi egallab olgan mutaxassislar bilan boyitish zarur.

11.3. Ko'priklar va transport tonnellarining mustahkamligini ta'minlashda sifat nazorati

Mazkur ko'rsatma va talablarning asosiy manbasi va hujjati SHNK 3.06.04- 91 "Ko'priklar va quvurlar" Ishlab chiqarish qoidolari va ishlarni qabul qilish hisoblanadi.

Ko'priklarni qurishda qurilish-montaj ishlarining sifat nazorati ularning tasdiqlangan loyiha, ishchi chizmalar, dizaynga to'liq muvofiqligini ta'minlash maqsadida amalga oshiriladi.

Murakkab va noyob ob'ektlarni urilish-montaj ishlarida qo'shimcha ravishda, maxsus ko'rsatmalar va loyihaning texnik shartlari (ishchi loyihasi), qurilish qoidalariga, standartlarga va texnik shartlarga muvofiqligi nazorat qilinadi.

Qurilish-montaj ishlari sifatini nazorat qilish quyidagi davrlarda amalga oshiriladi:

- qurilish-montaj tashkilotlari – konstruksiyalar, mahsulot va materiallarni qabul qilish paytida;
- qurilish ishlarini amalga oshirish davrida;
- buyurtmachining texnik nazoratchisi – quruvchi tashkilotlarni tanlash davrida;
- loyihalash tashkilotlarining avtorlik nazoratini (ushbu nazorat nazarda tutilgan loyihalarda) amalga oshirish davrida.

Qurilish-montaj ishlarini amalga oshirish sifatini nazorat qilish hujjatlar, tuzilmalar, mahsulotlar, materiallar va jihozlarning kirish nazorati, individual qurilish jarayonlari yoki ishlab chiqarishni boshqarish, qurilish ishlarini bajarish va qabul qilish nazoratidan iborat.

Oldingi bosqichda bajarilgan qurilish samaradorligini tekshirish uchun qurilishning barcha bosqichlarida amalga oshirilgan ishlab chiqarish nazorati ustidan inspektorlik nazoratdan o'tkazilishi kerak.

Qurilish-montaj ishlarini (qurilish-montaj ishlari) sifat nazorati qurilish tashkilotining maxsus ishchilari tomonidan zaruriy texnik vositalar bilan jihozlangan qurilmalar orqali amalga oshiriladi.

Mualliflik nazorati loyiha institutlari tomonidan (bu hollarda loyihani tasdiqlagan organ tomonidan belgilangan bo'lsa) SNiP 1.06.05-35 talablari asosida qurilishning barcha bosqichlari va tugallangan qurilishni qabul qilishda amalga oshiriladi.

Ishchi hujjatlarni kirish nazorati. Kiruvchi hujjatlarni tekshirish paytida uning to'liqligi va etarliligi tekshirilishi kerak, unda qurilish-montaj ishlarini amalga oshirish uchun etarli ma'lumot bo'lishi lozim.

Qurilish uchun olingan chizmalar va smetalar bosh pudratchining maxsus jurnallarida ro'yxatdan o'tishi shart.

Mavjud tuzilmalarni yangi qurish va rekonstruktsiya qilish uchun ishchi hujjatlarning tarkibi va to'liqligiga talablar SNIp 1.02.01-85 bobning 3 va 4 bo'limlari bilan belgilanadi.

SNIp 3.01.01-85 talablari asosida loyihalash tashkilotlari-tuzuvchilar quyidagi ro'yxatlarda belgilangan hujjatlarni taqdim qilishlari kerak:

Maxfiy ishlarni ekspertizadan o'tkazish uchun guvohnomalarni rasmiylashtirish zarur bo'lgan ish turlari;

Qurilish jarayonida qabul qilinadigan mas'ul tuzilmalar;

Ish loyihalarining tarkibi va mazmuni SNIp 3.01.01-85 talablariga muvofiq bo'lishi kerak.

Kiruvchi ishchi hujjatlarni tekshirish, qurilish tashkilotlarining texnik va sanoat-texnik bo'limi xodimlari tomonidan amalga oshiriladi.

Qurilmalar, mahsulotlar va materiallarni kirish nazorati. Qurilmalar, mahsulotlar va materiallarni kirish nazoratida ularning loyihalar, texnik shartlar va SNIp talablariga muvofiqligini, shuningdek pasportlar, sertifikatlar va boshqa tasdiqlovchi hujjatlar mavjudligi va tarkibini tekshiriladi.

Kirish sifatini nazorat qilish paytida, qurilish maydonchasi va UPTK bazasiga kiradigan tuzilmalar va mahsulotlarida yoriqlar, uqalanishlar, chig'anoqlar, kuchaytirilgan kuchlanishli konstruksiyalarda temir armaturalarni ochilib qolishi, ularning geometrik o'lchamlari va shakllarining me'yoriy o'lchamlariga mosligi vizual tekshiriladi.

Loyiha va tartibga solish talablariga javob bermaydigan qurilish konstruksiyalari, buyumlari va materiallari yetkazib berilganda, qurilish

tashkilotining xodimlari talabga mos kelmasligi (brak) to'g'risidagi guvohnomani rasmiylashtirib, uni qurilish tashkiloti rahbariyatiga topshiradi.

Ixtisoslashtirilgan sanoat korxonalarida ishlab chiqilgan temir beton konstruksiyalari, ko'priklarning yog'och qo'llab-quvvatlovchi tuzilmalari, ularning standartlari, texnik xususiyatlari va tasdiqlangan dizaynga muvofiq bo'lishi sanoat korxonasining ko'prik laboratoriyasi tomonidan ishlab chiqarilgan joyda kuzatib boriladi va nazorat qilinadi

Qurilish uchun kelayotgan qurilish materiallari, inshootlari va tarkibiy qismlarining sifat nazorati qurilish tashkilotining boshqaruv apparati xodimlari, muhandislar va texniklar usta, qurilish laboratoriyalari ishchilari tomonidan, zarur bo'lgan holda buyurtmachining texnik nazorati xodimlari va mualliflik huquqiga ega loyihalash tashkilotlari amalga oshiradi.

Geodezik nazorat. Qurilishda geodezik nazorat ishlari qurilish ishlarining hajmi va aniq o'lchamlarini loyiha hujjatlarida belgilangan parametrlarga rioya qilinishini ta'minlash, qurilish me'yor va qoidalari shuningdek, Davlat standartlari talablariga mosligini tekshirish uchun amalga oshiriladi.

Qurilish-montaj ishlari boshlanishidan oldin, buyurtmachi ko'prikni qurish uchun loyiha o'lchamlarini joyiga chiqarish, geodezik texnik bazasini yaratishi (ko'rik o'qi, balanlik reperlari) va texnik hujjatlarni erga o'rnatilgan belgilarni dalolatnoma orqali bosh pudratchiga topshirishi kerak.

Ko'prik qurilishida geodeziya ishlari quyidagilarni o'z ichiga olishi kerak:

a) balandlik reperlari;

b) ko'prikning bo'ylama o'qini bog'laydigan nuqtalar;

v) yordamchi o'qni asosiy o'qga parallel ravishda bog'laydigan nuqtalar;

g) ko'rikning tutashmalari (podxodi) ko'prik loyihasi tarkibida bo'lsa ko'prik tutashmalari o'qining nuqtalari;

c) 100 m dan uzun bo'lgan ko'priklarning oraliq ustunlari o'qlarini birlashtirilgan nuqtalari.

Beton uchun materiallar sifatini tekshirish. Har bir kiruvchi sement partiyasi (kamida 8 tonna) uchun uning me'yoriy zichligi, o'rnatish vaqti, hajm o'zgarishi bir xilligi aniqlanishi kerak.

Sement sifatining berilgan pasportga mos kelishiga shubha tug'lsa, iste'molchi sement namunalarini olib, ularni sinovdan o'tkazish uchun sementlarni sinovdan o'tkazuvchi yuqori tashkilotga (CEMISCON) yoki uning mintaqaviy idoralariga yuborishi kerak.

Beton tayyorlashda ishlatiladigan to'ldiruvchilar (sheben, qum va h.k.) fraksiyalangan va yuvilgan holda ishlatiladi. Tabiiy qum va shag'al aralashmasidan fraksiyalarga tarqalmasdan foydalanish taqiqlanadi.

Beton aralashmaning tarkibiy qismlarini dozalash og'irlik bilan amalga oshirilishi kerak.

Talab qilinadigan beton markasi va oquvchanligi, tarkibiy qismlar nisbati laboratoriya xulosalari bilan aniqlanadi.

Betonga qarov ishlari. Betonlashdan keyin darhol (yangi yotqizilayotgan vaqtdagi oraliq uzilishlar paytida) yangi yotqizilgan betonning sirlari suvning bug'lanishidan ishonchli himoyalangan va atmosfera yog'inlaridan himoyalangan bo'lishi kerak, betonning ochiq qismlari plastmassa plyonka yoki namlikka chidamli qoplama bilan qoplangan va doimiy namlangan bo'lishi kerak.

Betonning ochiq yuzasini namlikni saqlab turuvchi chidamli qoplama orqali, beton o'zining loyiha mustahkamligini kamida 70% etguniga qadar himoyalab, uning doimiy namlanishini ta'minlashi kerak.

Oraliq qurilmalar choklarini betonlash. Temir beton konstruksiyalar loyiha talablari asosida o'rnatilgandan keyin ulardan chiqib turgan armatulari payvandlanishi mumkin. CHoklarni betonlash ishlari payvandlash ishlarini qabul qilinganidan va aniqlangan nuqsonlarni bartaraf qilgandan keyin ruxsat beriladi.

Qish mavsumida sun'iy inshootlar konstruksiyalarida beton ishlarini bajarish uchun texnik va iqtisodiy usulga asoslangan maxsus sharoitlarda ishlab chiqilgan ishlab chiqarish loyihasi (PPR) tomonidan belgilanishi kerak, bunda usullar aniq sharoitlar uchun belgilanadi.

Ixtisoslashgan sifat nazorati

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 31.07.2018 yildagi “O‘zbekiston Respublikasi qurilish vazirligi, uning tarkibiy bo‘linmalari, shuningdek, respublika va hududiy arxitektura-shaharsozlik kengashlari to‘g‘risidagi nizomlarni tasdiqlash haqida”gi 603603 – sonli qarori bilan tasdiqlangan “O‘zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi huzuridagi Qurilish sohasida hududiy nazorat inspeksiyasi to‘g‘risida namunaviy nizom” talablari asosida qurilish ishlari sifati nazorat qilinadi.

Inspeksiyaning asosiy vazifalari etib:

Belgilangan tartibda loyihalash-qidiruv va qurilish-montaj ishlarida, qurilish materiallari va mahsulotlarini ishlab chiqarishda yuridik va jismoniy shaxslarning shaharsozlik me‘yorlari, qoidalari va standartlarga so‘zsiz rioya qilishlarini nazorat etish;

- kompleks ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish sektorlari bilan hamkorlik qilish;
- buyurtmachining texnik nazoratini va loyihalashtirish tashkilotlarining mualliflik nazoratini olib borish yuzasidan nazoratni amalga oshirish;
- yuridik va jismoniy shaxslarning qurilish sohasida, qurilish materiallari, mahsulotlari va konstruksiyalarini ishlab chiqarishda shaharsozlik qonunlari talablariga, loyiha hujjatlarida qabul qilingan texnik yechimlarga, qurilish-montaj ishlarining barcha bosqichlarini amalga oshirishda texnologik talablarga rioya etishlarini nazorat qilish;
- qonunchilikda ko‘zda tutilgan hollardan tashqari, barcha qurilish ob‘ektlarini, qurilish-montaj ishlarini bajarishga ruxsat bergan holda, ro‘yxatdan o‘tkazish;
- shaharsozlik qonunchiligiga rioya qilinishi nazoratini tashkil etish sohasidagi texnik boshqaruvlar bo‘yicha takliflar kiritish va me‘yoriy hujjatlarni takomillashtirishda ishtirok etish belgilangan.

Inspeksiya quyidagi funksiyalarni ijro qiladi:

- ✓ O‘zbekiston Respublikasi hududida qurilish, qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalarini ishlab chiqarish sohasida texnik tartibga solish

normativ hujjatlariga rioya etilishini nazorat qiladi;

- ✓ qurilish ob'ektida ijro hujjatlari yuritilishini, shaharsozlik faoliyati sub'ektlarida arxitektura-shaharsozlik hujjatlari ishlab chiqarilishini hamda qurilish sohasida qonunda ko'rsatilgan litsenziyalik faoliyat turlarini amalga oshirish huquqini beruvchi hujjatlarning mavjudligini nazorat qiladi;

- ✓ loyihalash-qidiruv va qurilish-montaj ishlarining bajarilishi, qurilish materillari va buyumlarining ishlab chiqarilishi hamda qo'llanilishini nazorat qiladi;

- ✓ qurilish ob'ektlarida qonunda belgilangan tartibda ob'ektlarning murakkablik (xavflilik) darajasidan kelib chiqqan holda nazorat funksiyalarini amalga oshiradi;

- ✓ qurilish sohasida me'yoriy-texnik va loyiha hujjatlarida ko'zda tutilgan sinovlar, s'yomka va o'lchovlar amalga oshirilishini nazorat qiladi;

- ✓ avariya holatidagi inshootlar, ularning qismlari va konstruktiv elementlarini va avariya olib kelgan sabablarni tekshirish bo'yicha texnik komissiyalarda ishtirok etadi;

- ✓ mavjud binolar va inshootlarni qayta tiklash yoki rekonstruksiya qilinishi maqsadga muvofiqligi bo'yicha va tajriba-qurilish sinov laboratoriya ishlarini shartnoma asosida texnik tekshiruvini o'tkazadi va tegishli xulosa beradi;

- ✓ qurilish mahsuloti sifatini ta'minlash, shaharsozlik qonunchiligi talablariga bo'ysunish yuzasidan davlat, boshqa vakolatli organlar, ilmiy-tadqiqot, loyihalash va nodavlat notijorat tashkilotlari bilan hamkorlik qiladi;

- ✓ texnik tartibga solish, shaharsozlik normalari va qoidalariga rioya qilish bo'yicha qurilish sohasida me'yoriy hujjatlar talablarini buzgan ayrim faoliyat turlarini amalga oshirish huquqini va arxitektura-shaharsozlik hujjatlarini ishlab chiqish faoliyati bilan shug'ullanayotgan tashkilotlar va korxonalarning litsenziyalari amal qilishini to'xtatib turish yoki to'xtatish haqida Vazirlikka taklif kiritadi;

- ✓ shaharsozlik faoliyati sohasidagi ma'muriy huquqbuzarliklar haqida

belgilangan tartibda bayonnomalar tuzadi; qurilish ishlarida xavfsizlik qoidalarining buzilishi aholi sog'lig'i va hayotiga zarar yetkazganda yoki og'ir oqibatlarga olib kelganida huquqni muhofaza qiluvchi organlarga, tegishli hujjatlarni ilova qilgan holda choralar ko'rish yuzasidan xabar beradi;

✓ nazorat natijalarini tahlil qiladi, xalqaro tajribalarni o'rganadi, me'yoriy talablarni takomillashtirish bo'yicha takliflar, qurilish sifatini yaxshilash hamda qurilish materiallaridan oqilona foydalanish yuzasidan metodik hujjatlar tayyorlaydi;

Hududiy qurilish nazorat inspeksiyasi qonunchilikda ko'zda tutilgan boshqa funksiyalarni ham amalga oshiradi.

Qurilishning barcha bosqichlarida ilgari amalga oshirilgan ishlab chiqarish nazorati samaradorligini tekshirish uchun tekshirish nazorati tanlangan tarzda amalga oshirilishi kerak.

Tekshirish nazorati, agar ular qurilish tashkilotining tarkibiy qismi bo'lsa, maxsus xizmatlar yoki ushbu maqsadlar uchun maxsus tuzilgan komissiyalar tomonidan amalga oshiriladi.

Nazorat savollari

1. Sifat nazoratining ahamiyati?
2. Asfaltbeton qoplamalari mustahkamligini ta'minlashda sifat nazorati?
3. Sementobeton qoplamalarnin qurishda sifat nazorati?
4. Qurilish-montaj ishlari sifatini nazorat qilish qanday davrlarda amalga oshiriladi?
5. Mualliflik nazorati kim tomonidan amalga oshiriladi?
6. Qurilmalar, mahsulotlar va materialllarni kirish nazorati qanday olib boriladi?
7. Geodezik nazorat qanday amalga oshiriladi?
8. Beton uchun materiallar sifatini tekshirish qanday olib boriladi?
9. Oraliq qurilmalarni insho etishda sifat nazorati qanday olib boriladi?
10. Ixtisoslashgan sifat nazoratining vazifalari nimalardan iborat?

GLOSSARIY

Konstruktiv elementlar - Yo‘l va sun'iy inshootlarning asosiy qurilish qismlari.

Yo‘l qatlamlari - Yo‘lning turli qatlamlardan tashkil topgan bo‘lib, ularning har biri o‘z vazifasini bajaradi.

Asos - Yo‘lning yukni taqsimlaydigan va uni barqaror ushlab turadigan qism.

Qatnov qismi - Transport vositalarining harakatlanishiga mo‘ljallangan yuzasi.

Drenaj tizimi - Suvni yo‘l qatlamidan samarali chiqarish uchun ishlatiladigan tizim.

Yashil zonalar - Yo‘l atrofidagi o‘simliklar va landshaftni tartibga solish uchun ajratilgan hudud.

Ko‘priklar - Suv oqimlari, yo‘llar yoki boshqa to‘siqlar ustidan o‘tkaziladigan qurilmalar.

Tonnellar - Tog‘lar yoki boshqa tabiiy to‘siqlar ostidan o‘tkaziladigan transport yo‘llari.

Yo‘l o‘tkazgichlar - Yo‘llarning kesishgan joylarida xavfsiz harakatni ta'minlaydigan qurilmalar.

Estakada - Yo‘lning yuqoriga ko‘tarilgan va boshqa transport yo‘llaridan ustun bo‘lgan qismi.

Sxemalar - Konstruktiv elementlarning o‘lchamlari va dizaynini hisoblash uchun ishlatiladigan tasviriy ko‘rinishlar.

Geometrik parametrlar - Yo‘l va inshootlarning uzunligi, kengligi va boshqa o‘lchovlari.

Yuk ta’siri - Transport vositalarining og‘irligi va harakatlanish tezligining yo‘lga bo‘ladigan ta'siri.

Materiallarning xususiyatlari-Qurilish materiallarining mustahkamligi, elastikligi va chidamliligi.

Muhandislik yechimlari - Qurilish va dizayn bo‘yicha qo‘llaniladigan texnik va iqtisodiy qarorlar.

Tayanch (Support)—Asosiyelement, strukturani qo‘llab quvvatlaydigan unsur.

Statik tayanchlar – Kuchlarni doimiy ravishda yengillatadigan va barqarorlikni ta'minlovchi tayanchlar.

Dinamika tayanchlar – Harakatlanuvchi yoki o'zgaruvchan yuklarga qarshi ishlovchi tayanchlar.

Ustun (Column) – Vertikal tayanch, strukturani yuqoridan pastga qo'llab-quvvatlash uchun ishlatiladi.

Qatlamli tayanchlar (Layered supports) – Bir necha qatlamdan iborat bo'lib, yuklarni bir-biriga taqsimlash uchun ishlatiladi.

Poydevor (Foundation) – Katta strukturalarning tayanchi, yerga o'rnatilgan asosiy element.

O'rnatish joyi (Mounting point) – Yukni qabul qiluvchi yoki o'rnatilgan tayanchning alohida joyi.

Tayanch struktura – Har qanday qurilmaning yoki inshootning asosiy ko'rinishini tashkil etadigan tayanch tizimi.

Yukni taqsimlash – Kuchlarning bir yoki bir nechta tayanchlarga teng taqsimlanishi jarayoni.

Tayanchning mustahkamligi – Tayanchning yuklarni qabul qilish va barqaror ushlab turish qobiliyati.

Tayanchni o'zgartirish – Strukturadagi tayanch elementini yangilash yoki uning pozitsiyasini o'zgartirish.

Doimiy yuk – Strukturaning og'irligi va uning tarkibidagi qismlardan kelib chiqadigan doimiy yuk.

O'zgaruvchan yuk (Live load) – Odamlar, transport vositalari yoki boshqa harakatlanuvchi omillar tufayli yuzaga keladigan yuk.

Harorat yuklari (Thermal loads) – Temperaturaning o'zgarishi natijasida yuzaga keladigan deformatsiya.

Kuch (Force) – Tizimga ta'sir qiluvchi tashqi kuch, odatda yukni ifodalaydi.

Yukni hisoblash (Load calculation) – Strukturaning qabul qilishi kerak bo'lgan yukni matematik usulda aniqlash.

Dinamik yuklar - Harakatdagi ob'ektlar yoki seysmik kuchlar ta'siridan kelib

chiqadi.

Statik yuklar - Harakatsiz ob'ektlardan kelib chiqadigan kuchlar. Masalan, bino tomiga tushayotgan qor yoki tosh bosimi.

Iqlimiy yuklar - Tabiiy muhit omillari, jumladan, shamol, qor va harorat o'zgarishlaridan kelib chiqadigan yuklar.

Maxsus yuklar - Favqulodda holatlar natijasida yuzaga keluvchi yuklar.

Deformatsiya – yuklanish natijasida materialning shakli va hajmining o'zgarishi.

Sof egilish chiziqlari – yo'l qatlami elementlarining yuk ostida hosil qiladigan egilish grafigi.

Chegaraviy holatlar – yo'l materiallari uchun maksimal ruxsat etilgan zo'riqish yoki deformatsiya chegarasi.

Gidroizolyatsiya qatlami – yo'l konstruksiyasini suvning salbiy ta'siridan himoya qiluvchi qatlam.

Elastiklik moduli – materialning yuklanish ostida deformatsiyaga chidamlilik darajasi.

Yong'oqlanish chegarasi – materialning cho'zilish yoki siqilish natijasida qaytmaz deformatsiyaga uchramaydigan maksimal zo'riqishi.

Po'lat, beton, aralash materiallar–sun'iy inshootlarda qo'llaniladigan asosiy materiallar.

Statik tenglamalar – kuchlarning muvozanatini ifodalovchi matematik tenglamalar.

Deformatsion usul – konstruksiya elementlarining cho'zilish yoki siqilishdagi o'zgarishlarini hisoblash usuli.

Ichki kuchlanishlar – material ichida hosil bo'ladigan zo'riqishlar.

Ko'priklar – yo'l va suv o'tkazish inshootlari uchun asosiy elementlardan biri.

Tayanchlar va balka elementlari – yuklarni taqsimlaydigan va qo'llab-quvvatlaydigan inshoot qismlari.

Ko'p o'qli yuklanishlar – yo'l harakati vositalaridan kelib chiqadigan ko'p yo'nalishli yuklar.

Statik aniqlik va noaniqlik – inshootning yuk taqsimotidagi murakkablik darajasi.

Ta'sir chiziqlari – yuklarning ma'lum bir joydagi ta'sirini tahlil qilish uchun grafik.

Statik kuchlanish – doimiy ta'sir etuvchi kuchlanish.

Dinamik kuchlanish – harakatdagi transport vositalaridan kelib chiqadigan yuklanish.

Haroratning siklik o'zgarishi – mavsumiy yoki kunlik haroratning takrorlanishi.

Yorilish qarshiligi – materialning yorilishdan oldin chidash qobiliyati.

Betonning gidroizolyatsiyasi – suv va harorat o'zgarishidan himoya qilish uchun qo'llaniladi.

Qo'shimcha armaturalash – harorat kuchlanishini taqsimlash uchun po'lat armaturani ko'paytirish.

Yukni teng taqsimlash – harorat kuchlanishini kamaytirish uchun konstruktsiyaning dizaynini optimallashtirish.

O'tkazuvchan bo'g'inlar – harorat ta'sirini kamaytirish uchun konstruktsiyalarda bo'shliq qoldirish.

Mavsumiy harorat o'zgarishlari – yoz va qish o'rtasidagi harorat farqi.

Tropik va sovuq iqlim sharoitlari – ekstremal harorat ta'siri ostidagi hududlarda temirbeton materiallar.

Suv singishi va harorat – betonning suvni shimishi va muzlash-qayta erish jarayonida hosil bo'ladigan kuchlanishlar.

Tashqi yuklar va harorat kuchlanishi – transport vositalaridan keladigan yuklar va haroratning birgalikdagi ta'siri.

Yuk ko'tarish qobiliyati - materialning yoki tuzilmaning qo'llangan yukni yengib o'tish qobiliyati.

Stress-taqsimot diagrammasi - materialdagi zo'riqishlar va stresslarning qanday taqsimlangani tasvirlangan chizma.

Deformatsiya - materialning tashqi kuchlar ta'sirida shaklini o'zgartirishi.

Elastiklik - materialning tashqi kuchlar ta'sirida shaklini qayta tiklash qobiliyati.

Po'lat - mustahkam metall material, ko'plab strukturalarda ishlatiladi.

Asfaltbeton - yo'l qoplamasining bir turi bo'lib, neft mahsulotlari asosida tayyorlanadi.

Sementbeton - qurilish materiallari orasida keng qo'llaniladigan, sement, qum va boshqa komponentlardan tashkil topgan material.

Yoriq - materialda kuch ta'sirida yuzaga kelgan yorilish yoki sinish.

Kengayish - materialning harorat, namlik yoki boshqa omillar ta'sirida o'lchamining o'zgarishi.

Stress va strain - materialdagi kuchlanish (stress) va deformatsiya (strain) o'rtasidagi bog'lanish.

Tuzilish barqarorligi - tuzilmaning tashqi omillar va ichki kuchlarga qarshi turish qobiliyati

Yuklarni hisoblash - tuzilmaning yuk ko'tarish qobiliyatini aniqlash uchun matematik va muhandislik usullarini qo'llash jarayoni.

Ko'prik konstruksiyasi - yo'llardagi sun'iy inshoot bo'lib, transport vositalarining o'tishi uchun quriladi va yuqori yuk ko'tarish qobiliyatiga ega bo'lishi kerak.

Tayanchlar tasnifi - tayanchlar inshootni harakatdan va deformatsiyadan himoya qilish uchun mo'ljallangan.

Qattiq tayanchlar - Har qanday harakatni cheklaydi. Qattiq tayanchlarga pol va ustunlar misol bo'ladi.

Harakatlanuvchi tayanchlar - Inshootning ma'lum darajada harakatlanishiga imkon beradi. Masalan, ko'priklarda kengayish choklari bilan birga ishlatiladi.

Elastik tayanchlar - Tashqi yuklar ta'sirida elastik deformatsiyaga uchraydi va yuklarni teng taqsimlaydi. Elastik tayanchlar amortizator vazifasini bajaradi.

Birlashtirilgan tayanchlar - Qattiq, harakatlanuvchi va elastik xususiyatlarni birlashtirgan holda ishlaydi.

Doimiy yuklar - Inshootning o'z vazni va undagi doimiy elementlar yuklarini o'z ichiga oladi. Masalan, beton, po'lat va boshqa qurilish materiallari vazni.

Vaqtinchalik yuklar - Inshootga ma'lum vaqt davomida ta'sir etuvchi kuchlar.

Yuklarni taqsimlash: Tayanchlar yuklarni teng taqsimlaydi va deformatsiyani kamaytiradi.

Barqarorlikni ta'minlash: Qattiq va elastik tayanchlar inshootni barqaror holda ushlab turadi.

Siqilish zo'riqlari – yo'lining konstruksiyasiga tushadigan yuklar natijasida hosil bo'ladigan ichki kuchlanish.

Ta'sir chiziqlari – yukning ma'lum bir nuqtadagi konstruksiya elementiga ta'sirini ifodalovchi grafik.

Asosiy konstruksiyalar – avtomobil yo'llari tarkibidagi qatlamlar: asfalt qatlami, asos qatlami, quyi qatlam.

Yuklanish taqsimoti – yuklarning yo'l qatlamlariga teng taqsimlanishi.

Elastiklik moduli – materialning yuk ostidagi deformatsiyaga chidamlilik darajasi.

Statik noaniq sxema – yuklanishni aniqlashda qo'shimcha shartlarni talab qiluvchi inshoot konstruksiyasi.

Cho'zilish va siqilish – materiallarning tashqi kuch ta'sirida uzayishi yoki qisqarishi jarayoni.

Tayanch reaksiyalari – konstruksiya elementlaridagi ichki kuchlar va deformatsiyalar natijasida hosil bo'ladigan qarshilik kuchlari.

Bo'g'inlar va bog'lanishlar– konstruksiyani birlashtiruvchi va yuklarni taqsimlovchi elementlar.

Harorat o'zgarishi – atrof-muhit haroratining ko'tarilishi yoki pasayishi.

Temirbeton materiallar – beton va po'lat armaturalardan tashkil topgan konstruksiya materiali.

Issiqlik kengayish koeffitsienti – materialning harorat o'zgarishida hajm yoki uzunlikning o'zgarish darajasi.

Elastiklik moduli – materialning cho'zilish yoki siqilishdagi qattqlik darajasi.

Ichki kuchlanishlar – harorat o'zgarishidan kelib chiqadigan material ichidagi zo'riqlar.

Armatura– temirbeton ichidagi po‘lat elementlar, yuk ko‘tarish qobiliyatini oshiradi.

Harorat kuchlanishi – harorat ta‘sirida hosil bo‘ladigan kuchlanish.

Yorilish – harorat o‘zgarishidan kelib chiqadigan cho‘zilish natijasida materialning sinishi.

Plastik deformatsiya – qaytmas deformatsiya, harorat o‘zgarishida materialning doimiy shakl o‘zgarishi.

Yo‘llar konstruksiyasi - avtomobil yo‘llari, qatlamlar, qoplamalar, yo‘l qatlami, asos qavati.

Siljish - deformatsiya, harakatlanish, nisbiy siljish, termal kengayish, cho‘kish.

Siqilish - siqilish kuchi, siqilish zo‘riqishi, bosim taqsimoti, yuk ostida deformatsiya.

Egilish - egilish momenti, egilish kuchi, elastiklik moduli, gumbaz shakli deformatsiyasi.

Siqilish kuchlanishi - materialning siqilish ta‘sirida yuzaga keladigan ichki kuchlanishlar.

Zo‘riqish - materialda yuzaga kelgan kuchlanish, materialning deformatsiyalanishiga olib keladi.

Kuchlanish taqsimoti - materialda yoki struktura elementida kuchlarning qanday tarqatilishini tasvirolovchi kontseptsiya.

Yo‘l qoplamasi - avtomobil yo‘lida asfalt yoki beton qatlamidan tashkil topgan sirt qismi.

Tashqi yuk - yo‘lga tushadigan kuch, masalan, transport vositalarining og‘irligi.

Statik yuk - vaqt davomida o‘zgarmaydigan yoki juda sekin o‘zgaradigan kuch.

Materiallar - beton, armatura, asfaltbeton, temirbeton, po‘lat.

Shikastlanish - yoriqlar, sinish, o‘pirilish, eskirish.

Tahlil va hisob - stress tahlili, yuk ko‘tarish qobiliyati, mustahkamlik darajasi, barqarorlik.

Dinamik yuklar - vaqt o‘zgaruvchan va harakatlanadigan kuchlar, transport vositalarining harakati orqali yo‘l qoplamasiga ta‘sir qiladi.

Yo'l qoplamasi - asfalt, beton yoki boshqa materiallardan tashkil topgan avtomobil yo'li yuzasi.

Deformatsiya - materialning shaklini o'zgartiruvchi jarayon, dinamik yuklarning ta'siri ostida yuzaga keladi.

Poydevor - tuzilmaning yerga mustahkamlanishini ta'minlaydigan asosiy qism.

Tezlikning ta'siri - transport vositasining harakat tezligi dinamik yuklarning kuchini oshiradi.

Og'irlikning ta'siri - transport vositasining og'irligi dinamik yuklarning ta'sir kuchini kuchaytiradi.

Yuk ko'tarish qobiliyati - materialning yoki konstruktiv elementning tashqi yuklarni yengib o'tish va bardosh bera olish qobiliyati.

Tuzilma mustahkamligi - tuzilmaning tashqi kuchlarga qarshi chidamliligi, ayniqsa, dinamik va statik yuklar ta'sirida.

Asosiy qatlamlar - yo'lning poydevor va asos qavatlari, ularning yukni to'liq uzatish imkoniyati.

Yuk taqsimoti - struktura ichida yukning qanday taqsimlanishini ifodalaydigan kontseptsiya.

Mustahkamlik koeffitsienti - tuzilmaning o'ziga xos mustahkamligini baholash uchun ishlatiladigan ko'rsatkich.

Zarba ta'siri - harakatlanuvchi yuklar ta'sirida yuzaga keladigan kuchlar, yo'l va inshootlarning strukturasiga ta'sir etuvchi kuch.

Materialning elastiklik limitlari - materialning deformatsiyalangan holda ishlash qobiliyati, bu limitlar tuzilmaning yuk ko'tarish qobiliyatini belgilaydi.

Beton mustahkamligi - betonning tashqi yuklarni qabul qilish va ularga qarshi turish qobiliyati.

Asfaltning mustahkamligi - asfaltning yuklarni qabul qilish va deformatsiyaga uchramasdan uzoq muddat ishlash qobiliyati.

Konstruktiv barqarorlik - tuzilmaning tashqi va ichki kuchlarga qarshi turish qobiliyati, har qanday deformatsiyalarga barham berish.

Deformatsiya - material yoki strukturadagi shakl o'zgarishi, yuk ta'sirida yuzaga keladi.

Rezonans holati - strukturada tashqi kuchlar bilan o'zaro rezonans natijasida yuzaga keladigan maksimal deformatsiyalar.

Yuk ko'tarishning cheklangan qobiliyati - tuzilmaning ma'lum bir yuk miqdorini qabul qilgandan so'ng yuzaga keladigan yorilish yoki sinish xavfi.

Sinov yuklari - material yoki konstruktsiyaning yuk ko'tarish qobiliyatini o'lchash uchun amalga oshiriladigan sinovlar.

Yukni taqsimlash - dinamik yuklarni turli qatlamlar va tuzilmalarga taqsimlash orqali ularning ta'sirini kamaytirish.

Shikastlanish - materialdagi yoriqlar yoki sinishlar, dinamik yuklar ta'sirida yuzaga kelishi mumkin.

Konstruktsiya mustahkamligi - tuzilmaning tashqi ta'sirlarga qarshi chidamliligi, dinamik yuklar bu mustahkamlikni ta'sir qiladi.

Yoriq - materialda kuch ta'sirida yuzaga kelgan yorilish yoki sinish.

Tuzilmaning eskirishi - dinamik yuklar natijasida yo'l qoplamasining yomonlashishi yoki eskirish jarayoni.

Barqarorlik - tuzilmaning tashqi kuchlarga qarshi turish qobiliyati, dinamik yuklar uning barqarorligini pasaytirishi mumkin.

Yuk ko'tarish qobiliyati - tuzilmaning qabul qilishi mumkin bo'lgan maksimal dinamik yuk miqdori.

Bosim - material ichidagi ichki kuchlanishlar, dinamik yuklar ta'sirida yuzaga keladi.

Moment - kuchning bir nuqtaga nisbatan aylanish ta'siri, dinamik yuklar tomonidan keltiriladi.

Mustahkamlash - tuzilmaning barqarorligini oshirish va dinamik yuklarning ta'sirini kamaytirish uchun amalga oshiriladigan choratadbirlar.

Sinovlar - laboratoriya yoki maydonda materiallarning dinamik yuklarga chidamliligini o'lchash uchun o'tkaziladigan tajribalar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. “Проектирование дорожных конструкций” Автор: И. А. Бабушкин
Описание: Учебное пособие, посвященное проектированию дорожных конструкций, включая статические и динамические аспекты.
2. “Основы механики грунтов” Автор: В. И. Костенко Описание:
Рассматривает влияние грунтовых условий на проектирование дорожных конструкций.
3. “Механика и прочность материалов” Авторы: А. П. Губин, А. Н. Лебедев Описание: Учебник, охватывающий механические свойства материалов и их применение в проектировании.
4. “Динамика дорожного движения” Автор: Ю. В. Степанов Описание:
Исследует динамические нагрузки, возникающие от транспортных средств, и их влияние на дорожные конструкции.
5. “Численные методы в механике” Автор: А. Н. Костенко Описание:
Рассматривает численные методы, используемые для статического и динамического анализа конструкций.
6. “Прочность и надёжность конструкций” Автор: В. А. Овчаренко
Описание: Учебное пособие, посвященное вопросам прочности и надёжности дорожных конструкций.
7. “Анализ и проектирование конструкций” Автор: Л. М. Шишкин
Описание: Основы анализа и проектирования различных конструкций, включая дорожные.
8. “Avtomobil yo‘llarini loyihalash” - Darslik. A.Qodirova. Toshkent - 2010 yil.
9. “Quyma polimeroltingugurtli asfaltbeton qoplamasining ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini oshirish usullarini takomillashtirish” - dissertatsiya. S.M.Tilakov. Toshkent 2024.
10. “Yo‘l qurilishida sifatni boshqarish” - o‘quv qo‘llanma. Toshkent 2022.

11. “Ko’priklar va transport tonnelleri qurilishida sifatni boshqarish” - o’quv qo’llanma. Toshkent 2020.
12. “MQN 46-2008”-Nobikr yo’l to’shamasini loyihalash bo’yicha yo’riqnoma, 2008 y.
13. “MQN 52-2008”- Nobikr yo’l to’shamalari mustahkamligini baholash va uni kuchaytirishni hisoblash bo’yicha ko’rsatmalar, 2008 y.
14. “MQN 44-2008” - Bikr yo’l to’shamasini loyihalash bo’yicha yo’riqnoma, 2008 y.
15. “IQN 05-2011” - Avtomobil yo’llarining holatini diagnostika qilish va baholash qoidalari.
16. ShNQ 2.05.02-2023. Avtomobil yo’llarini loyihalash.
17. ShNQ 3.06.03-2023. Avtomobil yo’llarini qurish.
18. Научные журналы: “Транспортное строительство” “Строительная механика” Описание: Публикации о новых исследованиях и методах в области дорожного строительства и механики конструкций.
19. “Статика и динамика строительных конструкций” Автор: С. П. Пигарев Описание: Классический учебник, охватывающий основные аспекты статического и динамического анализа строительных конструкций
20. А.В. Смирнов, А.С. Александров “Механика Дорожных Конструкций” Учебное Пособие Омск СибАДИ 2009 233 с.
21. www.gov.uz -O’zbekiston Respublikasi xukumat portali.
22. www.mintrans.uz - O’zbekiston Respublikasi transport vazirligi.
23. www.uzavtoyul.uz – O’zbekiston Respublikasi transport vazirligi huzuridagi avtomobil yo’llari davlat qo’mitasi portali.
24. www.lex.uz - O’zbekiston Respublikasi qonunchilik ma’lumotlar bazasi.
25. www.uzavtoyulilm.uz - Avtomobil yo’llari davlat qo’mitasi huzuridagi avtomobil yo’llari ilmiy tadqiqot instituti.

Mundarija

Kirish	5
1-BOB. YO‘LLAR VA YO‘LLARDAGI SUN’IY INSHOOTLAR	
KONSTRUKTIV ELEMENTLARINI HISOBLASH SXEMALARI	7
1.1. Yo‘llar va yo‘llardagi sun’iy inshootlar konstruktiv elementlari	7
1.2. Yo‘l konstruksiyalarining turlari va xususiyatlari	10
1.3. Yo‘l konstruktiv qatlamlariga tushayotgan yuklanishlar	15
2-BOB. TAYANCHLAR VA YUKLAR TASNIFI	22
2.1. Tayanchlarning turlari va reaksiyalari	22
2.2. Tayanchlar va yuklarning o‘zaro bog‘liqligi	23
2.3. Siqilish yuklanishlari	28
2.4. Tayanchlardagi yuklanishlarni hisoblash	32
3-BOB. SIQILISHDAGI ZO‘RIQISHLARNING TA’SIR	
CHIZIQLARI	35
3.1. Avtomobil yo‘llarida siqilishdagi zo‘riqishlarning ta’sir chiziqlari	35
3.2. Siqilishdagi ta’sir chiziqlari tushunchasi	40
3.3. Yuk avtomobillarining qoplamaga ta’sirini kamaytiruvchi texnologiyalar	45
4-BOB. YO‘LLARDAGI SUN’IY INSHOOTLAR	
MATERIALLARINING CHO‘ZILISHI VA SIQILISHIDA	
STATIK NOANIQ SXEMALARI	59
4.1. Yo‘llardagi sun’iy inshootlarda cho‘zilish va siqilish jarayonlari	59
4.2. Yo‘llardagi sun’iy inshootlarni tahlil qiluvchi ANSYS dasturi	60
4.3. Yo‘llardagi sun’iy inshootlarni tahlil qiluvchi SAP2000 dasturi	63
4.4. Cho‘zilish va siqilishda statik aniqmas sxemalar	69
4.5. Statik aniqmas balkalarda deformatsiyani taqqoslash	72
5-BOB. TEMIRBETON MATERIALLARDA HARORAT	
O‘ZGARISHIDAN HOSIL BO‘LADIGAN KUCHLANISHLAR	77
5.1. Temirbeton materiallarning xususiyatlari	77

5.2. Beton cho‘kishining temirbeton konstruksiyalarga ta’siri	82
5.3. Temirbeton konstruksiyali qoplamalarda deformatsiya choklari	90
5.4. Temirbeton konstruksiyalarda deformatsiya	95
6-BOB. YO‘LLAR VA YO‘LLARDAGI SUN’IY INSHOOTLAR KONSTRUKTIV ELEMENTLARINING SILJISHI, SIQILISHI VA EGILISHI	99
6.1. Yo‘llar va sun’iy inshootlarda yuzaga kelayotgan deformatsiyalarning turlari	99
6.2. Yo‘llardagi konstruksiyalarni yo‘l qo‘yiladigan elastik egilish bo‘yicha yaxlit hisoblash	104
6.3. Avtomobil yo‘llarida to‘shalgan grunt va kam bog‘langan konstruktiv qatlamlarning siljishga chidamliligi sharti bo‘yicha hisob- kitobi	105
6.4. Avtomobil yo‘llari nobikr qoplamalarida yaxlit qatlamlarning egilishda konstruksiyaning qarshilikka hisoblash	112
7-BOB. SIQILISHDAGI KUCHLANISHLARNI ANIQLASH	117
7.1. Siqilish deformatsiyasi va uning tahlili	117
7.2. Siqilishdagi kuchlanishlarni aniqlashda Guk qonuni	119
7.3. Siqilishdagi kuchlanishlarni aniqlashda siqilgan sterjenlarni ustuvorlikka hisoblash	121
8-BOB. YUKLARNING DINAMIK TA’SIRI	124
8.1. Dinamik yuklar tushunchasi	124
8.2. Dinamik yuklarning mexanik ta’siri	126
8.3. Yuklarning dinamik ta’sirini aniqlashda kritik kuchning tahlili. Eyler formulasi	133
9-BOB. YO‘LLAR VA YO‘LLARDAGI SUN’IY INSHOOTLAR KONSTRUKTIV ELEMENTLARINI YUK KO‘TARISH QOBILYATI BO‘YICHA HISOBLASH	142
9.1. Konstruktiv elementlarning yuk ko‘tarish qobiliyati	142

9.2. Konstruktiv elementlarning yuk ko‘tarish qobiliyati	146
10-BOB. YO‘L KONSTRUKSIV ELEMENTALARINING MUSTAHKAMLIGINI TA‘MINLASHDA QURILISH MATERIALLARINI TANLASH	148
10.1. Asfaltbeton qoplamalarining mustahkamligini ta‘minlashda qurilish materilallarini tanlash	148
10.2. Beton konstruksiyalarning mustahkamligini ta‘minlashda ishlatiladigan materiallarga qo‘yiladigan talablar	152
10.3. Temirbeton konstruksiyalarning mustahkamligini ta‘minlashda konstruksiyalarga qo‘yilgan talablar	157
11-BOB. YO‘L KONSTRUKSIV ELEMENTALARINING MUSTAHKAMLIGINI TA‘MINLASHDA SIFAT NAZORATI	164
11.1 Yo‘l konstruksiv elementalarida sifat nazorati tushunchasi	164
11.2. Asfaltbeton qoplamalarda sifat nazorati	168
11.3. Ko‘prik va transport tonnellarining mustahkamligini ta‘minlashda sifat nazorati	173
GLOSSARIY	181
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI	190

Содержание

Введение	5
ГЛАВА 1. СХЕМЫ РАСЧЕТА КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДОРОГ И ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ДОРОГАХ	7
1.1. Конструктивные элементы дорог и искусственных сооружений на дорогах	7
1.2. Виды и особенности дорожных конструкций	10
1.3. Нагрузки на конструктивные слои дорог	15
ГЛАВА 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ОПОР И НАГРУЗОК	22
2.1. Типы опор и их реакции	22
2.2. Взаимосвязь опор и нагрузок	23
2.3. Сжимающие нагрузки	28
2.4. Расчет нагрузок на опоры	32
ГЛАВА 3. ЛИНИИ ВЛИЯНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ СЖАТИИ	35
3.1. Линии влияния напряжений при сжатии на автомобильных дорогах	35
3.2. Понятие линий влияния при сжатии	40
3.3. Технологии, снижающие воздействие грузовых автомобилей на дорожное покрытие	45
ГЛАВА 4. СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫЕ СХЕМЫ ПРИ РАСТЯЖЕНИИ И СЖАТИИ МАТЕРИАЛОВ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ДОРОГАХ	59
4.1. Процессы растяжения и сжатия в искусственных дорожных сооружениях	59
4.2. Программа ANSYS для анализа искусственных сооружений на дорогах	60
4.3. Программа SAP2000 для анализа искусственных сооружений на дорогах	63

4.4. Статически неопределимые схемы при растяжении и сжатии	69
4.5. Сравнение деформаций в статически неопределимых балках	72
ГЛАВА 5. НАПРЯЖЕНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МАТЕРИАЛАХ	77
5.1. Свойства железобетонных материалов	77
5.2. Влияние усадки бетона на железобетонные конструкции	82
5.3. Деформационные швы в покрытиях из железобетонных конструкций	90
5.4. Деформация в железобетонных конструкциях	95
ГЛАВА 6. СМЕЩЕНИЕ, СЖАТИЕ И ИЗГИБ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДОРОГ И ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ДОРОГАХ	99
6.1. Виды деформаций, возникающих в дорогах и искусственных сооружениях	99
6.2. Целостный расчет дорожных конструкций по допустимому упругому прогибу	104
6.3. Расчет грунта и слабосвязанных конструктивных слоев, уложенных на автомобильных дорогах, по условию сопротивления сдвигу	105
6.4. Расчет конструкций на сопротивление изгибу сплошных слоев нежестких покрытий автомобильных дорог	112
ГЛАВА 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ СЖАТИИ	117
7.1. Деформация сжатия и ее анализ	117
7.2. Закон Гука для определения напряжений при сжатии	119
7.3. Расчет сжатых стержней на устойчивость при определении напряжений при сжатии	121
ГЛАВА 8. ДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НАГРУЗОК	124
8.1. Понятие динамических нагрузок	124

8.2. Механическое воздействие динамических нагрузок	126
8.3. Анализ критической силы при определении динамического воздействия нагрузок. Формула Эйлера	133
ГЛАВА 9. РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДОРОГ И ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ НА ДОРОГАХ	142
9.1. Несущая способность конструктивных элементов	142
9.2. Несущая способность конструктивных элементов	146
ГЛАВА 10. ВЫБОР СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДОРОГИ	148
10.1. Выбор строительных материалов для обеспечения прочности асфальтобетонных покрытий	148
10.2. Требования к материалам, используемым для обеспечения прочности бетонных конструкций	152
10.3. Требования к конструкциям для обеспечения прочности железобетонных конструкций	157
ГЛАВА 11. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПРОЧНОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДОРОГИ	164
11.1. Понятие контроля качества дорожных конструктивных элементов	164
11.2. Контроль качества асфальтобетонных покрытий	168
11.3. Контроль качества при обеспечении прочности мостов и транспортных тоннелей	173
ГЛОССАРИЙ	181
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	190

Contents

Introduction	5
CHAPTER 1. CALCULATION SCHEMES FOR STRUCTURAL ELEMENTS OF ROADS AND ARTIFICIAL ROAD STRUCTURES	7
1.1. Structural elements of roads and artificial structures on roads	7
1.2. Types and characteristics of road structures	10
1.3. Loads on road structural layers	15
CHAPTER 2. CLASSIFICATION OF SUPPORTS AND LOADS	22
2.1. Types and reactions of supports	22
2.2. Interrelation of supports and loads	23
2.3. Compressive loads	28
2.4. Calculation of loads on supports	32
CHAPTER 3. INFLUENCE LINES OF COMPRESSIVE STRESSES	35
3.1. Influence lines of compressive stresses on highways	35
3.2. Concept of influence lines for compression	40
3.3. Technologies that reduce the impact of trucks on pavement	45
CHAPTER 4. STATICALLY INDETERMINATE SCHEMES OF TENSION AND COMPRESSION OF MATERIALS IN ARTIFICIAL ROAD STRUCTURES	59
4.1. Tension and compression processes in artificial structures on roads	59
4.2. ANSYS program for analyzing artificial structures on roads	60
4.3. SAP2000 program for analyzing artificial structures on roads	63
4.4. Statically indeterminate schemes in tension and compression	69
4.5. Comparison of deformation in statically indeterminate beams	72
CHAPTER 5. STRESSES INDUCED BY TEMPERATURE CHANGES IN REINFORCED CONCRETE MATERIALS	77
5.1. Properties of reinforced concrete materials	77

5.2. Effect of concrete shrinkage on reinforced concrete structures	82
5.3. Expansion joints in reinforced concrete pavements	90
5.4. Deformation in reinforced concrete structures	95
CHAPTER 6. DISPLACEMENT, COMPRESSION, AND BENDING OF ROADS AND STRUCTURAL ELEMENTS OF ARTIFICIAL STRUCTURES ON ROADS	99
6.1. Types of deformations occurring in roads and artificial structures	99
6.2. Comprehensive analysis of road structures based on allowable elastic deflections	104
6.3. Calculation of shear resistance for soils and weakly bound structural layers laid on highways	105
6.4. Calculation of the structure's resistance to bending of solid layers on non-rigid road pavements	112
CHAPTER 7. DETERMINATION OF COMPRESSION STRESSES	117
7.1. Compression Deformation and its Analysis	117
7.2. Hooke's Law for Determining Compression Stress	119
7.3. Stability calculation of compressed rods when determining compressive stresses	121
CHAPTER 8. DYNAMIC EFFECT OF LOADS	124
8.1. Concept of Dynamic Loads	124
8.2. Mechanical action of dynamic loads	126
8.3. Analysis of critical force in determining the dynamic action of loads. Euler formula	133
CHAPTER 9. CALCULATION OF ROADS AND CONSTRUCTIVE ELEMENTS OF ARTIFICIAL STRUCTURES ON ROADS BY LOAD BEARING CAPACITY	142
9.1. Load-bearing capacity of structural elements	142
9.2. Load-bearing capacity of structural elements	146

CHAPTER 10. SELECTION OF CONSTRUCTION MATERIALS TO ENSURE THE STRENGTH OF ROAD CONSTRUCTION ELEMENTS	148
10.1. Selection of building materials to ensure the strength of asphalt concrete pavements	148
10.2. Requirements for materials used to ensure the strength of concrete structures	152
10.3. Requirements for structures to ensure the strength of reinforced concrete structures	157
CHAPTER 11. QUALITY CONTROL IN ENSURING THE STRENGTH OF ROAD CONSTRUCTIVE ELEMENTS	164
11.1. Concept of quality control in road structural elements	164
11.2. Quality control of asphalt concrete pavements	168
11.3. Quality control in ensuring the strength of bridges and transport tunnels	173
GLOSSARY	181
REFERENCES	190

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA’LIM FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**TERMIZ DAVLAT MUHANDISLIK VA
AGROTEXNOLOGIYALAR UNIVERSITETI**

**S.M. TILAKOV
H.E. IBRAGIMOV**

**YO‘L KONSTRUKSIYALARINING STATIKASI VA
DINAMIKASI**

(O‘quv qo‘llanma)

Muharrir: S.T. Xashimov
Musahhih: H. Zakirova
Sahifalovchi: A. Hidoyatov
Dizayner: A. Abdiahodov

Nashriyot litsenziyasi AI № 3676, 24.12.2020 Ofset qog‘ozi.
Bosishga ruxsat etildi 11.11.2025. Format 60x84 1/16.
Garnitura «Times New Roman». Bosma taboq 13,3
Adadi 1000 nusxa. Buyurtma №16.

**«MOHIRBEK-ZIYO» ma’suliyati cheklangan jamiyati.
Toshkent shahri, Uchtepa tumani, Farhod ko‘chasi 58-uy**