

Сәулет, қала құрылысы және құрылыс
саласындағы мемлекеттік нормативтер
ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ

Государственные нормативы в области
архитектуры, градостроительства и строительства
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚАТТЫ ЕМЕС ТИПТЕГІ ЖОЛ ТӨСЕМЕЛЕРІН ЖОБАЛАУ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА

ҚР ЕЖ 3.03-104-2014*
СП РК 3.03-104-2014*

Ресми басылым
Издание официальное

Қазақстан Республикасы Өнеркәсіп және құрылыс министрлігі
Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері
комитеті

Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального
хозяйства Министерства промышленности и строительства
Республики Казахстан

Астана 2024

АЛҒЫ СӨЗ

- 1 **ӘЗІРЛЕГЕН:** «ҚазҚСҒЗИ» АҚ, «ЗЦ Алматытехстройэксперт» ЖШС
- 2 **ҰСЫНҒАН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің Техникалық реттеу және нормалау басқармасы
- 3 **БЕКІТІЛГЕН ЖӘНЕ ҚОЛДАНЫСҚА ЕНГІЗІЛГЕН:** Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер ресурстарын басқару комитетінің 2014 жылғы 29-желтоқсандағы № 156-НҚ бұйрығымен 2015 жылғы 1-шілдеден бастап

Осы мемлекеттік нормативті Қазақстан Республикасының сәулет, қала құрылысы және құрылыс істері жөніндегі Уәкілетті мемлекеттік органның рұқсатынсыз ресми басылым ретінде толық немесе ішінара қайта басуға, көбейтуге және таратуға болмайды.

Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігі Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитетінің техникалық және лингвистикалық тексеру жүргізу тапсырмасына (2016 жылғы 7 қарашадағы № 38-02-5-1542 хаты) сәйкес құжат мәтіні өзгертілді.

Қазақстан Республикасы Индустрия және инфрақұрылымдық даму министрлігі Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитетінің 2019 жылғы 14 маусымдағы №96-НҚ және Қазақстан Республикасы Өнеркәсіп және құрылыс министрлігі Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитетінің 2024 жылғы 13 ақпандағы №26-НҚ бұйрықтарына сәйкес өзгертулер мен толықтырулар енгізілді.

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 **РАЗРАБОТАН:** АО «КазНИИСА», ТОО «ЗЦ Алматытехстройэксперт»
- 2 **ПРЕДСТАВЛЕН:** Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан
- 3 **УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ:** Приказом Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства национальной экономики Республики Казахстан от «29» декабря 2014 года № 156-НҚ с 1 июля 2015 года

Настоящий государственный норматив не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Уполномоченного государственного органа по делам архитектуры, градостроительства и строительства Республики Казахстан.

Текст документа откорректирован в соответствии с поручением Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства национальной экономики Республики Казахстан (письмо № 38-02-5-1542 от 7 ноября 2016 года) по технической и лингвистической проверке.

Внесены изменения и дополнения в соответствии с приказом Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и инфраструктурного развития Республики Казахстан от 14 июня 2019 года №96-НҚ и Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства промышленности и строительства Республики Казахстан от 13 февраля 2024 года №26-НҚ.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ.....	IV
1. ҚОЛДАНУ САЛАСЫ	1
2. НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР	1
3. ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР	2
4. ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР	2
5 ЖОЛ ТӨСЕМДЕРІН БЕРІКТІККЕ ЕСЕПТЕУ	9
5.1 Жалпы ережелер	9
5.2 Есептік күштер	10
5.3 Жол төсемдерін монолитті қабаттардың иілу кезіндегі созылуға қарсы тұруын есептеу	23
6 КОНСТРУКЦИЯНЫҢ СУЫҚҚА ТӨЗІМДІЛІГІН ЕСЕПТЕУ	27
7 ЖОЛ ТӨСЕМДЕРІН КҮШЕЙТУДІ ЖОБАЛАУ	43
А Қосымшасы (<i>міндетті</i>) Есептік күштер	45
Б Қосымшасы (<i>міндетті</i>) Түрлі жол-құрылыс материалдарынан жасалған конструктивті қабаттардың беріктік пен деформациялық ерекшеліктерінің нормативті және есептік мағыналары	59
В Қосымшасы (<i>міндетті</i>) Топырақтардың есептік сипаттамалары	66
Г Қосымшасы (<i>ақпараттық</i>) Есептеу мысалы	70

КІРІСПЕ

Осы ережелер жинағы «Автомобиль жолдары» құрылыс нормасының негізі болып табылатын міндетті талаптарды дамыту мен қамтамасыз ету мақсатында жасалды және жобалаудың жарамды шешімдерін сипаттайды.

Ереже «Автомобиль жолдары» деп аталатын құрылыс нормаларының міндетті талаптарын қамтамасыз ету мен дамуына өзін-өзі ақтаған және тәжірибе жүзінде сынақтан өткен ережелерді немесе міндетті нормалармен реттелмеген жеке дербес сұрақтарды белгілейді.

«Нормативтік сілтемелер» бөлімінде келтірілген техникалық құжаттар мен басқа да нормативті актілермен бірлесе қолдалынатын осы Ережелер, жаңадан құрылысы жүретін автомобиль жолдарын жобалау мен қалпына келтіру, жоспары қайта құрылатын және көпшілік пайдаланатын автомобиль жолдарының бойлық пішінінің күрделі жөндеуден өтетін жерлеріне ұсынымдық түрде өзара байланысты құжаттар кешенін құрайды.

Осы Ережелер жинағы Қазақстан Республикасының нормативті құжаты ретінде ерікті негізде қолдану үшін іске қосылады.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ

СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ҚАТТЫ ЕМЕС ТИПТЕГІ ЖОЛ ТӨСЕМЕЛЕРІН ЖОБАЛАУ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА

Енгізілген мерзімі - 2015-07-01

1 ҚОЛДАНУ САЛАСЫ

1.1 Осы Ережелер жинағы ҚР ҚН 3.03-01 құрылыс нормаларында көрсетілген талаптарды дамыту үшін жасалған.

1.2 Ережелер жинағын жасаудың басты мақсаты – Қазақстан Республикасының аймағында қатты емес жол төсемдерін жобалауда жаңадан құрылысы жүргізілетін, қалпына келтіру мен күрделі жөндеуден өтетін автомобиль жолдарын жобалау үдерістерінің жарамды шешімдерін сипаттап беру болып табылады.

1.3 Жарамды шешімдер құрылыс нормаларын орындаудың бірден-бір тәсілі болып табылмайды.

2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Осы ережелер жинағын пайдалану үшін келесі нормативтік құжаттарды пайдалану қажет:

ҚР ҚН 3.03-01-2013 Автомобиль жолдары.

ҚР ЕЖ 3.03-101-2013 Автомобиль жолдары.

МЕМСТ 22733-2002 Топырақтар. Ең жоғарғы деңгейдегі тығыздығын анықтаудағы зертханалық әдістер.

МЕМСТ 25607-2009 Автомобиль жолдарының негізі мен аэродромдарды төсеуге арналған қиыршық тасты – ірі құмды – құмды қоспалар. Техникалық талаптар.

МЕМСТ 8267-93* Құрылыс жұмыстарына арналған тығыз тау жыныстарынан алынған қиыршық тас пен ірі құм. Техникалық талаптар.

МЕМСТ 8736-93* Құрылыс жұмыстарына арналған құм. Техникалық талаптар.

МЕМСТ 30491-97* Аэродром мен жол құрылысына арналған органикалық тұтқырлармен қамтылған органоминералды және топырақтар қоспалары. Техникалық талаптар.

МЕМСТ 3344-83** Құрылыс жұмыстарына арналған қиыршық тас пен шлакты құм. Техникалық талаптар.

ҚР СТ 218-05.1-05 Қатты мемес жол төсемдерінің жөндеу аралық қызмет уақытын тағайындау жөніндегі нұсқаулық.

Ұ ҚР 218-15-98 Күшейтудің конструктивтік үлгісі мен көліктік-пайдалану жағдайына қарай жол төсемдерінің нұсқасын таңдау жөнінде ұсыныс.

Ұ ҚР 218-05-97 Қатты емес жол төсемдерінің беріктіктің бағалау мен күшейтуді есептеу ұсыныстары.

Ресми басылым

ҚР ЕЖ 3.03-104-2014*

ҚР СТ 973-2004 Жол және аэродром құрылысына арналған органикалық емес тұтқырлармен өңделген топырақ пен тас материалдары. Техникалық талаптар.

ҚР СТ 1215-2003 Қара қиыршық тас. Техникалық талаптар.

ҚР СТ 1549-2006 Шағыл-гравийлі қоспалар және автомобиль жолдары мен аэродромдардың жабындылар мен негіздеріне арналған шағыл. Техникалық талаптар.

ҚР СТ 1373-2013 Битумдар мен битумды тұтқырлар. Жолға арналған тұтқырлы мұнай битумдары. Техникалық талаптар.

Ескертпе – Аталмыш құрылыс нормаларын пайдалану кезінде сілтемелік құжаттардың қолданысын жыл сайын жарық көретін ақпараттық «Қазақстан Республикасы аумағында қолданылатын сәулет, қала құрылысы және құрылыс саласындағы нормативті-техникалық және нормативті құқықтық актілер тізімі», «Қазақстан Республикасының стандарттау бойынша нормативті құжаттар нұсқаушысы» және «Мемлекетаралық нормативті құжаттар нұсқаушысы» ағымдағы жыл мәліметтері бойынша тексеру қажет. Егер сілтемелік құжат алмастырылған (өзгертілген) болса, қолданыстағы нормативтерді пайдаланғанда алмастырылған (өзгертілген) құжатты басшылыққа алады. Егер сілтемелік құжат алмастырусыз жойылған болса, оған сілтеме жасалған ереже осы сілтемеге қатысты емес бөлікте қолданылады.

3 ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР

Осы ережелер жинағында ҚР ҚН 3.03-01 құрылыс нормаларында көрсетілген керекті анықталалары бар терминдер қолданылады.

4 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

4.1 Қатты емес жол төсемдерінің классификациясы мен жабу түрлері 1 кестеде көрсетілген.

4.2 Жол төсемін келесі төзімділіктің негізгі белгілерін пайдалану арқылы жобалайды:

- конструкцияның барлық көлемінің серпілісінің иілуге қарсыласуы;
- күшейтілген материалдар мен топырақтағы шөгуге қарсыласу;
- монолитті материалдан жасалған қабаттардың иілу кезіндегі созылудан жүдеп қирауына қарсыласуы.

Сондай-ақ есепте қосымша төзімділік белгілерін пайдаланады:

- жол төсемінің асфальт-бетон қабаттарының қозғалуға орнықтылығы;
- асфальт-бетон қабаттарының көлік жүк күші мен табиғи-климаттық факторларының бірлескен әсеріне орнықтылығы.

4.3 Жол төсемін жобалау келесі шекаралық шарттарға сай орындалады:

а) түскен жүктеме әсерінен жол төсемінің күштеніп-деформацияланған жағдайы, қатпарлы жартылай кеңістік үшін қабаттардың шекарасындағы тұтасу беріктіктің сызықтық серпіліс теориясының теңдеулерінде көрсетіледі;

б) есептерде инерция күштері ескерілмейді (квазистатикалық есеп);

в) жол төсемінің шекті жағдайы, жол төсемінің әр қабатының материалдарының өзгешелігіне және жер төсемінің топырағына, сондай-ақ олардың конструкцияда орнатылуы мен жұмыс шартына байланысты көрсеткіштермен ерекшеленеді.

1-кесте – Жол жабындары мен төсемдердің жіктелімі

Жол жабындардың түрлері	Төсемдердің негізгі түрлері	Жол санаттары
Күрделі	Асфальт-бетон (ыстық асфальт-бетон қоспаларынан)	I-IV
Жеңілдетілген	Асфальт-бетон (ыстық және салқын асфальт-бетон қоспаларынан)	III, IV
Өтпелі	Сұйық органикалық тұтқырлары бар органикалық – минералдық қоспалардан жасалған, минералдымен қоса сұйық органикалық тұтқырлары бар; тұтқырлармен, оның ішінде эмульсияланған органикалық тұтқырлармен; эмульсияланған органикалық тұтқырлар мен минералмен қоса; жолда араластырылған немесе сіңіру тәсілімен битуммен өңделген тасты материалдар; органикалық тұтқырлармен өңделген тас материалдары; сонымен қатар өндіріс қалдықтары; органикалық емес тұтқырлармен өңделген тас материалдары; қондырғыда дайындалған және сынау тәсілімен төселген қара қиыршық тас; жеңіл-желпі өңделген борпылдақ және жоғары борпылдақ асфальт-бетон қоспасынан; екі есе жеңіл-желпі өңделген төзімді қиыршық тастан.	IV, V
Өтпелі	Тұтқыр материалсыз сынау әдісімен орнатылған мықты жынысты қиыршық тас; органикалық, органикалық емес немесе құрама тұтқырлармен нығайтылған топырақ пен мықтылығы аз тас материалдарынан; жұмыр тас пен шағылған тастан (көпірлі)	IV, V және III санатты екі сатылы жол құрылысының бірінші сатысында
Төменгі	Қиыршық тасты-ірі құм-құмды қоспалардан; мықтылығы аз тас материалдары мен шлактардан; түрлі жергілікті материалдармен нығайтылған немесе жақсартылған	V және IV санатты екі сатылы жол құрылысының бірінші сатысында

4.4 Жол жабындарының конструкциясы, оның жалпы қалыңдығы және бөлек қабаттарының қалыңдықтары, сондай ақ қолданылатын материалдары көліктің есептік күшінің түсу әсеріне уақытында бірқалыпты тұрақтылықты, тегістік пен жабу бетінің бұдырлығын қамтамасыз ету керек.

4.5 Жобаланған жол жабынын қолдану барысында берік және сенімді болумен қатар, үнемді және материал сиымдылығы аз, әсіресе бағасы қымбат материалдар мен энергия ресурстарының шығыны жағынан, және экология талаптарына сай болу керек.

4.6 Жол жабындарын жобалау кезінде, жолдық-құрылыс материалдарының үнемді түрлерін және жер төсемінің топырақты-гидрологиялық жағдайын ескере отырып, олардың конструкцияда тиімді орналасуын таңдау қажет

4.7 Жол жабынының конструкциясы мен төсем үлгісін таңдау, техникалық-экономикалық талдау негіздемесіне сай, күрделі қаржы жұмсаудың экономикалық тиімділігін бағалау арқылы таңдалады.

4.8 Жол төсемдерінің қалыңдығын есеп негізінде тағайындайды, алайда олардың мәні төменде көрсетілгеннен кем болмауы тиіс:

ҚР ЕЖ 3.03-104-2014*

- ірі дәнді асфальт-бетон 6 см кем емес;
- ұсақ түйірлі асфальт-бетон 4 см кем емес;
- құмды асфальт-бетон, соның ішінде салқын 3 см кем емес;
- қиыршық тасты-мастикалы асфальт-бетон (ЩМА-15; ЩМА-20) 4 см кем емес;
- органикалық тұтқырлармен өңделген қиыршық тасты (гравийлы) 8 см кем емес

материалдар;

- қиыршық тасты мен гравийлы материалдары, құмды негіздегі тұтқырлармен өңделмеген 15 см кем емес, тығыз негізде (тасты немесе нығайтылған топырақтан) 8 см кем емес;

- тасты материалдар мен топырақтар, органикалық немесе органикалық емес тұтқырлармен өңделген қиыршық тасты-гравийлы-құмды және топырақ 10 см кем емес;

- баяу қататын тұтқырлармен өңделген асфальт-бетоннан үгілген сынық 8 см кем емес;

- топырақты негіздегі құм мен гравийлы-құмды қоспа 15 см.

Конструктивті қабаттың қалыңдығын, барлық жағдайда, қабатта қолданылатын минералды материалдың ең ірі фракциясының 1,5 өлшемінен кем етпей қабылдаған жөн. Сазды және балшық жерге тасты материалдарды төсеу кезінде қалыңдығы 10 см кем емес, құмнан, еленген, нығайтылған топырақ немесе басқа суға төзімді материалдардан алдын ала қатпарлармен қамту қажет.

4.9 Төсемдерде, температуралық жарықтардың пайда болуының алдын алу үшін органикалық тұтқырлары бар және негіздің жоғарғы қабатына төселетін материалдар, минералды тұтқырлармен нығайтылған қабат қалыңдығын, негіз қабатының минералды тұтқырлармен нығайтылған қабаттарының қалыңдығынан кем емес етіп қабылдаған жөн. Сонымен бірге органикалық тұтқырлары бар қабат қалыңдығы жол төсемінің күрделі түрі үшін 0,16 м кем емес және жеңілдетілгені үшін 0,12 м-ден кем болмауы керек.

4.10 I және II санатты автомобиль жолдарында, сондай - ақ қозғалыс күшінің тобы А₂ арналған жолдарда, боркылдақ асфальт-бетон қоспаларынан жасалған төсемнің төменгі қабатында еленген қиыршық тасты пайдалану арқылы және құрамында толтырғыштың салмағынан 60 % кем емес қиыршық тасы бар, немесе тығыз ірі дәнді, құрамында қиыршық тасы бар асфальт-бетон қоспаларымен толтырғыш салмағынан 50 % кем емес болып жобалану қажет.

4.11* Егер негізгі қосымша қабатына біркелкі емес дәрежесі 3 кем (МЕМСТ 8736) құм пайдаланса, онда оның үстінен атпалы тау жыныстарынан ұсақталып еленген қиыршық тасты-гравийлық-құмдық қоспа мен оңтайлы құрамды гравийлы немесе ірі құмды, сондай-ақ цементті құмнан тұратын қорғаныс (технологиялық) қабатты төсеуді қарастыру керек. Құмның біркелкі емес көрсеткішінің дәрежесі 2-3 болса, қорғаныс қабатының қалыңдығы 10 см-ге тең болып қабылданады, біркелкі емес дәрежесі 2-ден төмен болса қорғаныс қабатының қалыңдығын 15-20 см орнатады. Жол төсемінің беріктігін есептеу кезінде, қорғаныс қабатының қалыңдығын негізгі қосымша қабатының қалыңдығына қосады. Қорғаныс қабатының орнына жапсарлас қабаттар материалдарының бір-біріне сіңісуінің алдын алу үшін статикалық басу беріктігі кемінде 3кН болатын геотекстильді материалдарды пайдаланған орынды. (Өзгерт.ред. – ҚТҮКШК 13.02.2024 ж. №26-НҚ бұйрық)

4.12 Негізде беріктігі аз жергілікті тас материалдарын (беріктік маркасы 200 төмен емес қиыршық тас, гравий мен уатылғыштығы, U_{a24} кем емес, гравийден жасалған қиыршық тас, құмды-гравийлы қоспалар, гравийлы құмдар және серпіліс модульі 250 МПА кем емес шөгуге тұрақты материалдар) пайдалану кезінде негіздің жүк түсетін қабатын мықты қиыршық тастан немесе органикалық емес тұтқырлармен нығайтылған материалдардан қабаттың төменгі қалыңдығын сақтай отырып қарастыру қажет.

4.13 Жол төсемін түйірлі және әлсіз байланысқан қабаттармен конструкциялау кезінде, төмен жатқан қабаттар арқылы жоғары жатқан қабаттардың қаттылығын арттыруды қамтамасыз ету керек.

Түйірлі қабаттарда елеулі созылмалы күшті болдырмау мақсатында, конструкцияны жобалауда жапсарлас қабаттардың серпіліс модульдарының мәндерінің қатынасы 5,0 аспайтын болу керек. Төсемдерді монолитті (тығыз) материалдардан конструкциялау кезінде, осы қатынастың мәнін азайтуға тырысу қажет.

4.14 III жолдық-климаттық аймақта, суыққа төзімділік жағдайына қарай орнатылған жол төсемінің жалпы қалыңдығы беріктік шарты бойынша қалыңдығынан үлкен болса, онда қосымша суықтан қорғаушы немесе жылу оқшаулағыш қабаттар ескерілуі тиіс. Мұндай жағдайда, жол төсемінің негізінің конструкциясының суықтан қорғаушы, немесе жылу оқшаулағыш және дренаждаушы қабаттарын жобалау бірге тағайындалады.

4.15 Жекеленген нысан үшін жол төсемдерін жобалау кезінде, немесе үлгілік жол төсемдерін конструкциялау кезінде, белгіленген тәртіппен бекітілген қолданыстағы методикалық құжаттарда көрсетілген ғылыми-практикалық тәжірибе мәліметтерін (соның ішінде жергілікті материалдарды пайдалану бөлігінде, олардың есептік ерекшеліктерін анықтау және т.б.) ескеріп отыру керек.

4.16 Жобаланатын жол төсемінің есептік қызмет мерзімі мен сәйкестендірілген талап етілген сенімділік коэффициенті 5.1.7. бөліміне сай тағайындалады.

4.17* Ірі кесекті материалдарды (қиыршық тас, гравий, шлак іспеттес) төсеу кезінде, міндетті түрде жер төсемінің топырағына майда қиыршық тас, еленген (0-10 мм), гравийлы-құмды қоспалар, құмдардың ірілігі мен орташа, шаңды емес шлактар, борпылдамаған күлді шлак, синтетикалық текстиль материалдарынан және т.б.тұратын жапсарлас қабаттар материалдарының бір-біріне сіңісуіне кедергінің алдын алу үшін қатпар қарастыру қажет.

Тұтқырлармен нығайтылған топырақтағы қорғаныс қатпардың қалыңдығы 5-8 см; жер төсемі топырағының ылғалдылық дәрежесіне қарай түйіршіктелген материалдан – 5 тен 20 см дейін болу керек. Созылу беріктігі кемінде 30 кН/м болатын геотекстильді материалдан жасалған қатпарды I-III санатты жолдарда құмды қабатқа ірі кеуекті материалдарды қалау кезінде қарастырған жөн. Қажет болған жағдайда, бұл қатпарлар салалық нормативтік-техникалық құжаттарға сәйкес жол киімдерін есептеу негізінде арматуралық ретінде негізделуі мүмкін.

Ірі құмнан немесе гравийден жасалған қалыңдықтары 0,10 нан 0,15 м капиларларды үзуші қатпарларды жер төсемінің барлық енінде қарастырады. Түйіршікті материалдан жасалған қатпарды, фильтр ролын атқаратын геотекстильді материалдардан тұратын «шеңберлі» етіп жобалау керек.

Егер материал қиыршық тас, гравий, шлак және т.б. түріндегі негізінде жер төсемінің топырағына төселсе, жапсарлас қабаттардың бір-біріне сіңісуіне кедергіге жол

ҚР ЕЖ 3.03-104-2014*

бермеу үшін қорғаныс (техникалық) қабаты қарастырылады. Қорғаныс қабатын орнату үшін, сапалы материал ретінде құмды-гравийлы қоспалар, ірі және орташа ірі құмдар, ұсақталып еленген гранит және т.б. пайдалану керек. Қорғаушы қабаттың орнына, қабаттардың түйісу жеріне статикалық басу беріктігі кемінде 3кН болатын геосинтетикалық материалдарды пайдаланған орынды. (Өзгерт.ред. – ҚТҮКШК 13.02.2024 ж. №26-НҚ бұйрық)

4.18 Модуль негізділігі бірден төмен қышқыл азбелсенді шлактардан жасалған қабаттардың монолиттілігі мен беріктігін қамтамасыз ету үшін, шлакты қиыршық тасқа белсенді шлактардың майда бөлшектерінен тұратын қоспа және 2-3% сөндірілген әктас немесе 20-25% (қиыршық тас салмағынан) ұнтақталып түйіршіктелген шлак қарастырған жөн. Жол төсемінің қабаттарын жетілдірілген тығыздық пен деформациялық сапамен орнату үшін, органикалық және минералды тұтқырлармен өңделген шлакты қиыршық тас пайдаланылады.

4.19 Жол төсемдерінің конструкцияларында, бір немесе екі қабатты шлакты минералды материалдарынан жасалған қабаттар болуы мүмкін. Қондырғыларда араластырылатын шлакты-минералды материалдан жасалған қабат қалыңдығы 10 см-ден 24 см-ге дейін болады. Жолда араласқандары (полигонда) 10 см-ден 18 см-ге дейін. Сонымен бірге бір қабатты негіз бен төсем қалыңдықтары 15 см кем емес болу керек.

4.20 Күлді минералды материалдан жасалған негіз қабатын төсегенде, негіздің басқа материалдан жасалған жоғарғы қабатынан кеңірек етіп, әр жағынан 0,30 м кем етпей орнату ұсынылады.

4.21 Құмды топырақтан құралатын жер төсеуінің үстіне, күлді минералды қоспаны орнатқан кезінде, күлді минералды материалына қолайлы ылғалды қату жағдайын жасау үшін, оның бетіне қабықшаға айналатын материалдар жағу ұсынылады: битумды эмульсия, сұйылтылған немесе сұйық битум, лак, этиноль, помароль ПМ-86 немесе ПМ-100 мөлшері 1,0-1,2 л/м².

4.22 Жер төсемінің тұрақтылығын арттырудың тиімді іс-шарасы болып, оның жоғарғы қабатын аз мөлшерде тұтқырлармен (мысалы, 3-4% цемент, 10-15% шығарылатын күл немесе түйіршіктелген шлак, әк тас және т.б.) өңдеу болып табылады. Жоғарғы қабатты күшейту, тек топырақтың серпіліс модульі 40 Мпа аз болса, яғни топырақтың есептік ылғалдылығының аққыштық шегі 0,7 көп болған жағдайда мақсатты болып табылады. Жер төсеуінің жоғарғы қабатын күшейту, оның физикалық-механикалық қасиетін тұрақтандырады және серпіліс модульін арттырады, жол төсемін орнатуға кететін стандартты материалдардың шығынын азайтып, оның техникалық-эксплуатациялық параметрлерін арттырады.

4.23 Жол төсемінің ернеуалды бөліктерінің қызметіне қолайлы жағдай жасау мақсатында, органикалық және органикалық емес тұтқырлармен күшейтілген негіз қабаттарын, төсеу қабатынан 0,6 м кеңірек, құламасын 1:1 етіп орналастырады. Негіздің төменгі қабатын (күшейтілмеген) негіздің жоғарғы қабатынан 0,6 м кеңірек етіп, құламасын 1:1,5 орналастырады. Құмнан немесе басқа түйірлі материалдан жасалған қосымша қабат, негіздің төменгі қабат табанының енінен 1,0 м кеңірек болып, құламасы 1:1,5 орналастырылады. Бұдан басқа күрделі түрдегі жол төсемдерінде борт тастар, тақта немесе монолитті борт орнату қарастырылады.

4.24 Фильтрлеу коэффициенті 1-2 м/тәу кем емес түйірлі материалдардан жасалған қабаттар дренаждаушы қабат қызметін атқара алады. Бұл жағдайда оны жер төсемінің барлық еніне, үйінді құламасына шығатындай етіп, немесе құбырлы дренаж орнату, немесе басқа да су бұрғыш құрылғы орнату арқылы орындайды. Суықтан қорғаушы дренаждаушы қабаттың ені, жоғары жатқан қабаттың енінің әр бетінен 0,5 м-ден кем болмауы тиіс.

4.25 Конструктивті қабаттардың түйісу жерінде өтпелі аумақ қарастырылады, жол төсемінің конструкциясында, оның шегінде, ол аймақтың аяқ жағында топырақтың борпылдауы ұштасқан жерлері қысқы көтерілуге сай өзгеруі тиіс. Асфальт-бетон жабуын орнату кезінде, өтпелі аумақтың ұзындығын топырақтың борпылдап өзгеру қарқыны 0,2 см/м аспайтындай етіп тағайындау қажет.

4.26 Ерекше топырақты-гидрологиялық қолайсыз жағдайларда («ылғал» шұңқыр, нольдік белгідегі жер төсеулері, төмен үйінділер, қату тереңдігі төсемнің жоғарғы жағының ара-қашықтығы, жер-асты суының ара-қашықтығынан асатын, немесе жер беті суы ұзақ тұрып қалатын жағдайларда), техникалық-экономикалық негіздемені ескере отырып, пенопластты пайдалану мүмкіншілігін қарастыру қажет. Сонымен қатар, жылу оқшаулайтын материал ретінде, жеңіл бетон, жергілікті материалды (топырақ) тұтқырлармен күшейтілген композициялар, немесе өндіріс қалдықтары мен қуысты толтырғыштар (керамзит, перлит, аглопорит, полистирол түйіршіктері, пеннопласттың майдаланған қалдықтары) және т.б. пайдалану ұсынылады. Төсеудің беті мен пенопласттан жасалған жылу оқшаулайтын қабаттың ара-қашықтығы 0,5 м кем болмауы (көктайғақты болдырмау үшін) керек, ал ені жер төсемінің тоңу тереңдігіне байланысты, жолдың жүру бөлігінің әр бетінен 0,5-1,5 м асуы керек, ал жол төсемінің астындағы топырақтың қатқақтауын болдырмау үшін, ол асуы 2,0 м дейін болуы тиіс.

Жүру жолының геометриялық параметрлерін және басқа жағдайларын ескере отырып, талап етілген дренаждаушы қабат материалының фильтрлеу коэффициентін есеп арқылы анықтайды, сонымен қатар, ол үймелі аудандарда 1 м/тәу кем емес және 2 м/тәу шұңқырлы жерде болуы тиіс.

4.27 Жер төсемінің жоғарғы бетінде ылғалдың жиналуын төмендету үшін, әр түрлі материалдан, жер төсемінің барлық еніне су өткізбейтін қатпарлар қарастыру керек. Жер төсемінің ені 15 м артық және су өткізбейтін төсеу болған жағдайда, жүретін жолдың барлық енінде тұйық қатпар («шеңбер») орнатуға жол беріледі. III жолдық-климаттық аймағында қатпардың орнату тереңдігі, жабудың жоғарғы бетінен 80 см аса, IV -70 см және V - 65 см болуы тиіс.

4.28 Ірі дәнді құм, немесе гравийдан жасалған капилляр үзуші қатпардың қалыңдығын 10-15 см етіп, жер жабуының барлық еніне орналастырады. Қатпар астының және үстінің тез ластануынан қорғау үшін фильтрлеуші қабаттар қарастыру қажет.

4.29 Негіздің салмақ түсетін қабатын орнату үшін, қозғалыстың есептік жағдайына қарай, жергілікті табиғи және жасанды тас материалдарынан жасалған монолитті материалдар, портландцементпен нығайтылған және әр-түрлі минералды тұтқырлары бар құм және топырақ, домна және фосфорлы шлак (шлакты және шлакты силикатты тұтқырлар), жылу электростанцияларынан шығарылатын күл (күлді тұтқыр), бокситті шлам (шламды тұтқыр), сондай-ақ, өзі цементтенетін материал негізіндегі өндіріс қалдықтары, соның ішінде цементі бар қоспалар мен көрсетілген минералды тұтқырлар

ҚР ЕЖ 3.03-104-2014*

қолданылуы мүмкін. Өзі цементтенетін материалдарға, қиыршық тасты, фосфорлы және домналық шлактардан жасалған құмды фракциялар, бокситты шламнан және құрамында майда фракциялы фосфогипсы 0,14 мм аспайтын, салмағы 10 %-дан артық емес, сондай ақ құрамында битумы бар, көлемі 4 %-дан кем емес, майдаланған асфальт сынықтары жатады.

Жол төсемінің конструкциясы бір немесе екі шлакты минералды материалдан жасалған қабаттары болуы мүмкін. Қондырғыларда араласқан шлакты-минералды материалдардан жасалған қабаттардың қалыңдығы 10 см ден 24 см дейін. Жолда (полигонда) араласқан 10 см-ден 18 см-ге дейін болады.

4.30 Жол төсемдерін жоғары белсенді және белсенді шлактармен конструкциялау кезінде, оларды IV-V санатты автомобиль жолдарының төсем қабаттарында, II-V санатты жол негізінде (жетілдірілген және жетілдірілмеген шлактардан) қолдануға жол беріледі. Белсенді шлактардан тұратын тұрақсыз структуралы қиыршық тасты, тек қана негізде, ал аз белсенді шлактардан тұратын тұрақсыз структуралы қиыршық тасты – олардың тұрақты структура иемденгеннен кейін пайдалануға жол беріледі.

Монолиттілік пен аз серпімділік модулі, бірден төмен, белсенді шлактардан тұратын қабаттардың беріктігін арттыру үшін, шлакты қиыршық тасқа, майда бөлшектерден тұратын белсенді шлактарды және 2-3% сөндірілген әк тас, немесе 20-25% (қиыршық тастың мөлшерінен) түйіршіктендірілген майдаланған шлак қосу қарастырады.

Жол төсемдерінің қабаттарының беріктік пен деформациялық сапаларын арттыру үшін, органикалық және минералды тұтқырлармен өңделген шлакты қиыршық тас қолданады.

4.31 Өңделген немесе өңделмеген беріктігі аз құмды, гравийлы және қиыршық тасты негізінде жасалған, немесе күшейтілген топырақ негізіндегі материалдарды, V жолдық-климаттық аймақтарында, жүру қарқыны 100 авт/тәу артық емес, жүру өсіне түсетін күш 70 кН артық емес, төсеу мен жол төсемдеріне орнатуға жол беріледі. Жүру қарқыны мен өске түсетін күш жоғары болғанда, әрдайым т беріктігі аз материалдарды органикалық және органикалық емес тұтқырлармен өңдеуді қарастыру қажет.

Негізді жетілдірілген жабу астына төсеу үшін, немесе IV-V санатты автомобиль жолдарында төсеу үшін, қиыршық тасты-гравийлы-құмды негізіндегі әлсіз әктастан құралған қиыршық тасты, ұлутасты, өзен құмы және т.б., сондай ақ органикалық емес тұтқырлармен өңделген гравийлы материалдар қоспаларын қолдануға жол беріледі.

4.32 Жабуы өтпелі үлгідегі жол төсемдерін жобалау кезінде, олардың 2 қабаттан тұруына жол беру керек.

4.33 Жол төсемінің шеткі жолақтарының қызметіне қалыпты жағдай жасау мақсатында, негізді, жүру бөлігі мен күшейтілген жолақтан 0,5 метрге кеңірек етіп жобалайды, ал дренаждаушы қабаты болған жағдайда, жер төсемінің барлық еніне жобалайды.

4.34 Жалпы қалалық маңызы бар, магистральды көшелерінің жол төсемдерін жобалау кезінде және асфальт-бетонды жабуы бар ауыр жүк көліктері үшін, негіздің жоғарғы қабатында тек монолитті материалдарын, құрамында ірі дәнді қуысты және жоғары борпылдақты асфальт бетон қоспалары, 75-150 маркалы тапталып тегістелетін цемент-бетон, сондай – ақ цементті құмды қоспа (қоспа) сіңіру тәсілімен өңделген қиыршық тас қолдану керек.

4.35 Жауындық кәріз жүйесі болмаған жағдайда, жол төсемінің элементі ретінде орналастырылған бойлық майда және көлденең дренаждар қарастырған жөн. Бойлық дренажды, жүру жолының бойлық еңіс жері 30%-дан кем болғанда, ал көлденеңді бойлық еңіс – 30%-дан және одан жоғары болғанда орналастырады.

5 ЖОЛ ТӨСЕМДЕРІН БЕРІКТІККЕ ЕСЕПТЕУ

5.1 Жалпы ережелер

5.1.1 Күрделі және жеңілдетілген үлгідегі жол төсемдерінің есептік күшіне байланысты беріктігін үш белгі бойынша есептейді:

- барлық конструкцияның серпімді иілуіне қарсыласуы;
- аз байланысқан материалдардан жасалған топырақ пен қабаттардың шөгуге қарсыласуы;
- монолитті қабаттардың иу кезіндегі созылуға қарсыласуы.

5.1.2 Бір жақтық ықтималдық болған жағдайда, берілген сенімділік дәрежесіне қарай есеп жүргізіледі. Сенімділік дәрежесі, жобалау кезеңінде, белгіленген болуы тиіс. Сонымен қатар, ол 5.1.7 бөлімде көрсетілген мағыналардан төмен болмауы тиіс.

5.1.3 Беріктік коэффициенті сенімділік дәрежесіне байланысты анықталады. Ол беріктік белгісінің есептік мәнінің талап етілген мәніне қатынасы ретінде, керекті беріктікті қамтамасыз ету (мүмкін етілген) шарты болып табылады. Беріктік коэффициенті, жол конструкциясының қызметке қабілеттілігінің үш беріктік белгісі бойынша және белгіленген сенімділікпен жөндеу аралық мерзімде тоқтаусыз, ҚР ЕЖ 218-05 сай, қызмет етуге кепіл беретін негізгі көрсеткіші болып табылады.

5.1.4 Жол төсемінің конструкциясы сенімділік талаптары мен серпімді иілу белгісі бойынша беріктігін қанағаттандырады, егер де:

$$K_{np} \leq \frac{E_p}{E_{mp}}, \quad (1)$$

мұнда E_p - жол төсемінің конструкциясының есептік серпімділік модулі, МПа;

E_{mp} - есептік күштің қарқынын есепке ала отырып, талап етілген серпімділік модулі, МПа.

5.1.5 Жол төсемінің конструкциясы шөгу белгісі бойынша беріктігі мен сенімділік талаптарын қанағаттандырады, егер де

$$K_{np} \leq \frac{T_{don}}{T_p}, \quad (2)$$

мұнда T_{don} - топырақтағы рұқсат етілген шөгу күші, МПа;

T_p - әрекеттегі күш әсерінен, топырақтағы есептік белсенді шөгу күші, МПа.

5.1.6 Жол төсемінің конструкциясы сенімділік талаптары мен ию кезіндегі созылу белгісі бойынша беріктігін қанағаттандырады, егер де:

$$K_{np} \leq \frac{R_N}{\sigma_r}, \quad (3)$$

мұндағы R_N - шаршау құбылысын ескере отырып, қабат материалындағы рұқсат етілген шекті созылмалы күші, МПа;

ҚР ЕЖ 3.03-104-2014*

σ_r - қабат материалындағы ең үлкен есептік созылмалы күш, МПа.

5.1.7 Жол төсемін есептеудің жалпы рәсімі келесілерден тұрады:

- созылмалы иілу белгісі бойынша талап етілген серпімділік модулін анықтауды және жол төсемінің конструкциясының алдын ала тағайындалуын ескере отырып, есеп жасайды;

- жер төсеуінің топырағы мен жол төсемінің конструктивті қабаттарының материалдарының қозғалуға тұрақтылық есебін жалғастырады;

- содан кейін жол жабындысының монолитті қабаттарын иу кезіндегі созылуын есептейді.

Барлық үш белгі бойынша беріктік коэффициенттері төменде көрсетілген мағыналардан кем болмауы тиіс:

- I-II санатты күрделі үлгідегі жол төсеміне арналған төзімділік (сенімділік) коэффициенті K_n - 0,95; беріктік коэффициенті $K_{пр}$ – 1,0;

- III санатты күрделі үлгідегі жол төсеміне арналған төзімділік коэффициенті K_n - 0,90; беріктік коэффициенті $K_{пр}$ – 0,94;

- жеңілдетілген жол төсеміне арналған төзімділік коэффициенті K_n - 0,85; беріктік коэффициенті $K_{пр}$ – 0,90;

- өтпелі үлгідегі жол төсеміне арналған төзімділік коэффициенті K_n - 0,85; беріктік коэффициенті $K_{пр}$ – 0,90;

Өтпелі үлгідегі жол төсемдері тек ғана екі белгі бойынша есептеледі: созылмалы иілу мен шөгуге тұрақтылық.

5.2 Есептік күштер

5.2.1 Есептік күштердің негізгілері төменде көрсетілген күштерге сай ескеріледі:

- топ A_1 – есептік автомобильдің дара өсіне нормативтік статикалық күші 100 кН;

- топ A_2 – есептік автомобильдің дара өсіне нормативтік статикалық күші 130 кН.

Көлік ағынының перспективалық құрамында дара өсі 120 кН жоғары автомобильдер болмаған жағдайда, есептік күш төменде көрсетілген мәндерге тең болып қабылданады:

100 кН – дара өсіне түсетін күш 100 кН жоғары автомобильдер үлесі жүк таситын автомобильдерінің жалпы санынан 5 % аспаған жағдайда;

130 кН – мұндай автомобиль саны жүк таситын автомобильдерінің жалпы санынан 5 % жоғары болған жағдайда.

Жол төсемінің жөндеу аралық мерзімінде, қозғалыстың перспективалық құрамында дара өсіне түсетін күш 120-130 кН көлеміндегі автомобильдер, сондай ақ халықаралық маңызы бар автомобиль жолдарындағы жол төсеулерін жобалау кезінде, есептік күш 130 кН тең болып қабылдану керек.

Жол төсемінің жөндеу аралық мерзіміндегі перспективаны есепке ала отырып, көлік ағынының құрамында дара өсіне түсетін күш 130 кН жоғары автомобильдер болған жағдайда, есептік ретінде өстік күштің нақты мағынасын, ал жол төсеуін есептеу, арнайыланған ауыр салмақты көлік құралдарына қолданылатын методикалық ережелерге сай, орындалуы тиіс.

5.2.2 Әсер ету дәрежесінің ерекшелігі мен оның есептік күшінің жол төсеміне қайталануының есептік параметрлері дегеніміз:

- жабуға түсетін дөңгелектің есептік үлесті қысымы - P , МПа;

- шеңбердің есептік диаметрі, есептік автомобильдің қосарланған дөңгелек ізінің ауданына тең шамалас, D , см;

- жол төсемінің жөндеу аралық қызмет мерзіміндегі, қосымша түсетін есептік күштің жалпы саны.

P шамасы, есептік автомобильдің екі қосарланған дөңгелегінің күшінің, бұл екі дөңгелектің жол төсемімен жалпы байланысу ауданына қатынасы. Сандық шамасы - шинадағы ауа қысымына тең. Есептік D диаметрі келесі формула арқылы анықталады:

$$D = \sqrt{\frac{40 \cdot Q_p}{\pi \cdot P}}, \quad (4)$$

мұндағы Q_p - есептік автомобильдің екі қосарланған дөңгелегіне түсетін күші, κH ;

P – шинадағы қысым, МПа.

P және D параметрлерінің мағынасы А қосымшасында көрсетілген.

5.2.3 Жол төсемінің жөндеу аралық қызмет мерзімі кезінде, есептік күшінің қосымшаларының жалпы санын анықтау үшін, көлік қозғалысының қарқыны мен құрамы және уақыт аралық өзгеруі жөніндегі мағлұматтарға ие болу керек.

Бірінші қызмет жылындағы, жалпы қозғалыс қарқынын (жолды пайдалануға беруге жоспарланған жылы) есептік автомобильдерге келтіреді:

$$N_p = f_{пол} \sum_{m=1}^n N_m S_{m, сум}, \quad (5)$$

мұндағы N_p - қозғалу жолақтарын ескере отырып, есептік күшке келтірілген, бірінші қызмет жылындағы автомобиль көлігінің есептік қозғалыс қарқыны, авт./тәу.;

$f_{пол}$ - жолақ санын ескеретін және ондағы қозғалысты реттейтін коэффициент (2 кесте);

n – көлік ағыны құрамындағы түрлі маркалы көлік құралдарының жалпы саны m ;

N_m – m маркалы автомобилді көлік құралдарының қозғалыс қарқыны, авт./тәу.;

$S_{m, сум}$ - m маркалы көлік құралының жол төсеміне әсер етуінің есептік күшке келтірілген сандық коэффициенті $Q_{расч.}$ (А қосымшасын қара).

2-кесте – Жолақтық коэффициенті

Қозғалыс жолақтарының саны	Жолақтың реттік санына арналған коэффициенттің мәні $f_{пол}$		
	1	2	3
1	1,00	-	-
2	0,55	-	-
3	0,50	0,50	-
4	0,35	0,20	-
6	0,30	0,20	0,05
Ескертпелер			
1 Жолақтың реттік саны қозғалыстың бір бағыттағы оң жақ жүрісімен есептеледі.			
2 Жолдың жиегін есептеу үшін $f_{пол} = 0,01$ қабылданады.			
3 Көп жолақты жолдарда ауыспалы қалыңдықтағы жабынды жүру жолының бөлігінің енінде, жол жабынын түрлі жолақтар шегінде, формула (5) арқылы анықталған N_p мәніне сай етіп есептеп жобалауға жол беріледі.			
4 Жол қиылыстары мен оларға бұрылуға ыңғайлану жерінде (сол жаққа бұрылу үшін автомобиль ағынының ауысу орындары және т.б.) барлық қозғалыс жолақтар шегінде, жабындыны есептеу кезінде, $f_{пол} = 0,50$			

қабылданады, егер жобаланатын жолдың жүру бөлігіндегі жолақтардың жалпы саны үштен көп болса.

5.2.4 Есептік күш қосымшаларының, жол конструкциясының қызмет мерзіміндегі, есептік жалпы санын келесі формула арқылы анықтайды:

$$\sum N_p = n_p N_p \frac{q^T - 1}{q - 1}, \quad (6)$$

мұндағы n_p - көліктің қозғалыс есебімен жылдағы күн саны, 365 күн*;

q - есептік күшке келтірілген қозғалыс қарқынының өзгеру коэффициенті,

T – есептік қызмет мерзімі, жыл.

q - келтірілген көлік қозғалысы қарқынының n жылындағы мәнінің, алдыңғы $n - 1$ жылындағы жүру қарқынына келтірілген қатынасы.

Қайта қалпына келтірілетін жолдарда, бұл мән, алдыңғы жылдардан алынған мағлұматтарға сай, перспективалы экономикалық ізденістер нәтижелерінің болжамын ексере отырып, анықталады. Автомобиль тасымалын дамытудың орташаланған жағдайында, көбінде $q = 1,02 - 1,05$ тең. Халықаралық маршруттарда q мәні $1,04 - 1,06$ және одан жоғары болуы мүмкін.

Жол төсемінің есептік қызмет мерзімі ретінде, T мағынасын, ҚР ЕР 218-05 талаптарына сай анықталатын дифференциалды жөндеу аралық қызмет мерзімі ретінде қабылдау қажет. Есептік қызмет мерзімінің дифференциаланған мағынасының интервалын тағайындау 3 кестеде көрсетілген.

*Қазақстан жағдайы үшін $n_p = 365$ күн, өйткені талап етілген серпімділік модулі теңдігін анықтау кезінде, есептік күшке орташа жылдық пен орташа күндік жүру қарқыны қабылданған.

3-кесте – Жол төсемі конструкциясының есептік қызмет мерзімі

Жолдың санаты	Жол төсемінің үлгісі	Есептік қызмет мерзімін тағайындау интервалы T , жылдар
I	Күрделі	16-20
II	Күрделі	15-20
III	Күрделі	14-20
	Жеңілдетілген	11-16
IV	Жеңілдетілген	9-14
	Өтпелі	6-10
V	Өтпелі	6-8
Ескертпелер 1 Жаңа жол төсемдерін жобалау, немесе қалпына келтіру кезінде, үлкен мағыналар, кіші мағыналар – қолданыстағы төсемдерді күрделі жөндеу барысында қабылданады; 2 Халықаралық маршруттардағы қатты емес жол төсемдерін жобалау мен есептеу үшін, жол төсемінің күрделі үлгісін қарастыру қажет, оған сәйкестендірілген дифференциаланған есептік қызмет мерзімімен, алайда 16 жылдан кем емес.		

5.2.5 Беріктілік шартына сүйене (1 формула), жол төсемінің үстінде жалпы серпімділік модулі есептікке тең болатынын қамтамасыз етілетіндей етіп конструкциялайды:

$$E_{\text{обш.}} = E_p = E_{\text{тр}} \cdot K_{\text{пр}} \quad (7)$$

Талап етілген серпімділік модулі жол төсемінің конструкциясының қызмет мерзімінің есептік күш қосымшаларының есептік жалпы санына байланысты анықталады (8 формуланы қара):

$$E_{\text{тр}} = A + B(\lg \sum N_p - C) , \quad (8)$$

мұндағы A , B и C - теңдеулер параметрлері, $A=120 \text{ МПа}$; $B=74 \text{ Мпа}$ тең; A_1, A_2 , күштері үшін сәйкестендірілген $C=4,5$; $C=4,0$;

$\sum N_p$ - есептік күш қосымшаларының жалпы саны, авт./тәу (6 формула бойынша анықталады) мұндағы $N_p \geq 10$ бір./тәу).

V - жолдық-климаттық аймақ (ЖКА) жолы үшін, талап етілген серпімділік модулін 15% кеміту қажет. Оның ішінде, кеміту дискретті орындалуы керек: IV ЖКА шекарасынан алыстаған кезінде, әр 10 км сайын 1%, яғни 150 км және одан көп болғанда $E_{\text{тр}}$ кемуі 15% құрайды.

5.2.6 Серпімді иілудің белгісі бойынша, есепті (7) формула бойынша орындау үшін, серпімділіктің жалпы модулін анықтайды $E_{\text{обш.}}$. (7) формула нәтижесіне қарамастан жалпы серпімділік модулі 4 кестеде көрсетілгеннен кем болмауы тиіс.

Кесте 4 – Жалпы тығыздық модулінің ең төменгі мәні

Жол санаты	Жол төсемінің талап етілген төменгі серпімділік модулі, МПа		
	Күрделі үлгідегі	Жеңілдетілген үлгідегі	Өтпелі үлгідегі
I	230	-	-
II	220	-	-
III	180	160	-
IV	-	130	90
V	-	100	80

A_2 тобының күшіне есептелген жол төсемінің жалпы серпімділік модулі, есеп нәтижесіне қарамастан, 230 МПа кем болмауы тиіс.

A_2 тобының өстік күшіне есептелген жол төсемдері үшін, негізіндегі жалпы қалыңдығы 15 см болатын, органикалық тұтқырлармен өңделген, және негізінде 15 см кем емес органикалық емес тұтқырлармен өңделген екі қабатты асфальт-бетон төсеуін қарастыру қажет. Кем дегенде екі қабатты негіз міндетті болып табылады. Негіздің жоғарғы қабаты органикалық немесе органикалық емес, немесе цементсіз тұтқырлармен күшейтілген болуы керек (шығарылатын күлдер, шлактар және т.б.). Сонымен қатар, тұтқыр материалмен өңделген негіздің жоғарғы қабаты, есептің нәтижесіне қарамастан, төмендегіден кем болмауы тиіс:

12 см – органикалық тұтқырлармен күшейтілген қабаттар;

20 см – органикалық емес тұтқырлармен күшейтілген қабаттар, соның ішінде күлді, шлакты және бокситты тұтқырлар.

ҚР ЕЖ 3.03-104-2014*

5.2.7 Құрамында органикалық тұтқыры бар материалдан жасалған жоғарғы қабаттардың жалпы қалыңдықтары (8) формулада есептелген жалпы серпімділік модуліне байланысты шамамен тағайындалады:

Жалпы серпімділік модулі, МПа	125дейін	125-180	180-220	220-250	Жоғары 250
Қабат калыңдығы, см	4-6	6-8	8-10	10-13	13-16

A_2 тобының өстік күшіне есептелген жол жабуы үшін, негізінің жалпы қалыңдығы 15 см кем емес, органикалық тұтқырмен күшейтілген, және негізінде, 15 см кем емес, органикалық емес тұтқырлармен күшейтілген екі қабатты асфальт-бетон төсеуін қарастырған жөн.

Кем дегенде екі қабатты негіз міндетті болып табылады. Негіздің жоғарғы қабаты органикалық немесе органикалық емес немесе цементсіз тұтқырмен күшейтілген болуы керек (шығарылатын күлдер, шлактар және т.б.). Сонымен қатар тұтқыр материалмен өңделген негіздің жоғарғы қабаты, есептің нәтижесіне қарамастан, төмендегіден кем болмауы тиіс:

12 см – органикалық тұтқырлармен күшейтілген қабаттар;

20 см – органикалық емес тұтқырлармен күшейтілген қабаттар, соның ішінде күлді, шлакты және бокситты тұтқырлар.

5.2.8 Жол төсемінің әр қабатын есептеу номограмманы қолдану арқылы, екі қабатты жүйенің бес параметрін байланыстырады (2 сурет): Олар: E_2/E_1 қатынасы; h/D қатынасы және $E_{\text{общ}}/E_1$ қатынасы, мұндағы E_1 - жоғарғы қабат материалының серпімділік модулі, МПа; E_2 – төменгі қабат бетінің серпімділік модулі, МПа; h - жоғарғы қабаттың қалыңдығы, МПа; D - есептік автомобильдің қосарланған дөңгелек шеңбер ізінің есептік диаметрі (A қосымшасы), см; $E_{\text{общ}}$ - жоғарғы қабаттың бетіндегі жалпы серпімділік модулі, МПа.

Кез келген төрт параметрлердің мағынасынан хабардар бола тұра, бесіншісін анықтауға болады.

Көп қабатты конструкцияның әр қабатын есептеуді төменнен жоғары қарай жүргізуге болады, конструкцияның жалпы серпімділік модулін анықтау қажет болғанда, топыраққа төселген жабуынан бастап, немесе жол төсемінің талап етілген модуль мен беріктік коэффициенті $K_{\text{пр}}$ берілген кезде жоғарыдан төмен.

$E_{\text{общ}}$ анықтау үшін, номограммада h/D мәніне сай келетін көлденең өс нүктесінен тік сызық, және E_2/E_1 қатынасына сай келетін тік өсі сызығынан, жазықтық түзу жүргізіледі. Бұл түзулердің қиылысатын нүктесі іздеген $E_{\text{общ}}/E_1$ мағынасын береді. E_1 мөлшерін біле тұра, $E_{\text{общ}}$ есептеу қиын емес.

Көп қабатты жол төсемінің i -қабатының қалыңдығы (қабат санын жоғарыдан төмен қарай жүргізгенде), $2D$ асатын, i -қабатының бетінің серпімділік модулі:

$$E_{\text{общ}}^{(i)} = \frac{\left[1,05 - 0,1 \frac{h_i}{D} \left(1 - 3 \sqrt{E_{\text{общ}}^{(i+1)} / E_i} \right) \right] E_i}{0,71 \cdot 3 \sqrt{\frac{E_{\text{общ}}^{(i+1)}}{E_i} \arctg \left(\frac{1,35 h_i}{D} \right) + \frac{E_i}{E_{\text{общ}}^{(i+1)}} \cdot \frac{2}{\pi} \arctg \frac{D}{h_i}}},$$

$$\text{где } \frac{h_i}{D} = \frac{2 h_i}{D} \sqrt{E_i / (6 E_{\text{общ}}^{(i+1)})}, \quad (9)$$

i – қаралатын жол төсемінің жоғарыдан төмен қарай санағандағы қабатының реттік саны, ($i=1,2,3, \dots$);

h_i – i – қабатының қалыңдығы, см;

D – күш түскен ауданның диаметрі, см;

$E_{\text{общ}}^{(i+1)}$ – төселетін i – қабатының жартылай кеңістігінің жалпы серпімділік модулі, МПа;

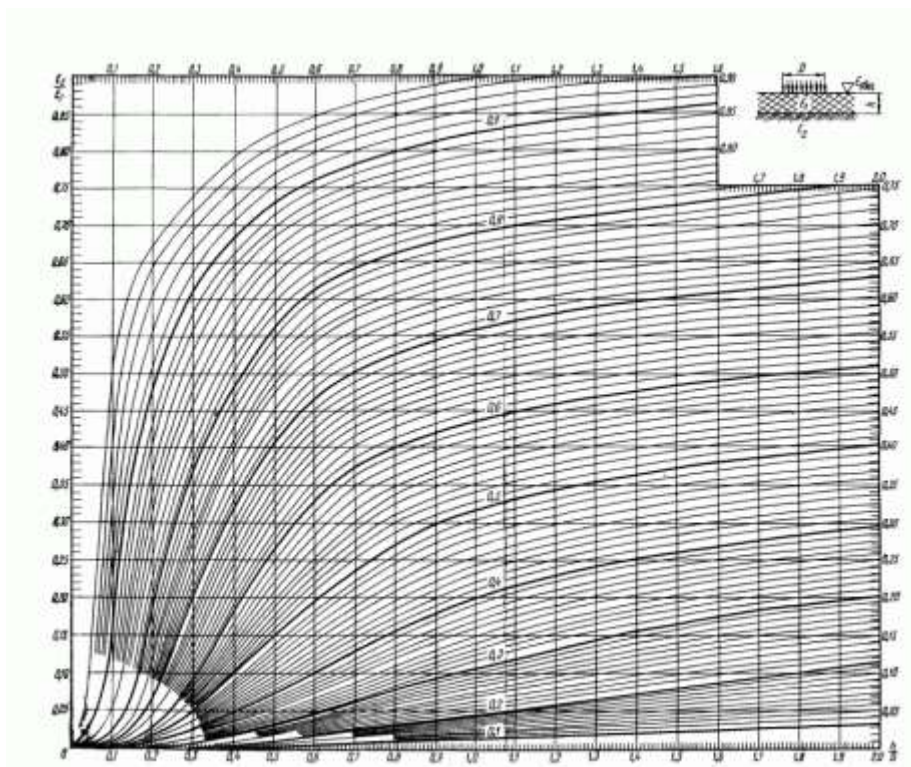
E_i – i – қабаты материалының серпімділік модулі, МПа.

*5.2.9 Материалдардың серпімділік модулінің есептік мәндерін Б қосымшадағы нұсқауларға сәйкес белгілеу қажет. Органикалық тұтқыр материалдардың серпімділік модулінің мәнін $+10$ °С температура кезінде барлық жол климаттық аймақтарда қолдану қажет. Себебі көлік жүретін жерлердегі жол төсемелерінің конструкциясы көбіне қозғалу күшіне ұшырайды, ал тұрақтарда, аялдамаларда, қиылыстарда және т. б. – көлік құралдарының статикалық әсеріне ұшырайды, Б қосымшаның Б.3-кестесінде асфальтбетонның серпімділік модулінің мәні конструкциялар жүктелуінің осы түрінде пайдалану үшін берілген.

Жер төсемесі топырағының серпімділік модулінің есептік мәнін В қосымшада көрсетілген нұсқауға сәйкес белгілеу қажет.

Асфальтбетонның, басқа да жол-құрылыс материалдарының және жер төсемесі топырағы модульдерінің есептік мәндерін қолданыстағы автомобиль жолдарының жол төсемелері мен жер төсемдерінің құрылымдық қабаттары беттеріндегі иілген жерлерін жүктеменің қажетті шамасы мен жүктеме ұзақтығын қамтамасыз ететін динамикалық жүктеме қондырғысын пайдалана отырып, өлшеу нәтижелері бойынша белгілеуге болады. Бұл жағдайда қабаттың серпімділік модулін анықтау үшін қос қабатты серпімді жүйе мен жүктеме сипаттамалары: E_2/E_1 , $E_2/E_{\text{жалпы}}$ және h/D (5.2.8-т.) қатынасын байланыстыратын номограмма (1.1-сурет) қолданылады.

Қабаттардың серпімділік модулін анықтаудың дәлдігін арттыру үшін номограмманың (1.1-сурет) орнына көп қабатты серпімді жүйе ретінде соңғы элементтер әдісімен, жеңілдетілген қос қабатты есептеу схемасын қолданбай, жол төсемесі мен жер төсемінің бірлескен есебін жүзеге асыратын қолданбалы бағдарламалар топтамасын қолдануға рұқсат етіледі. Соңғы элементтер әдісімен жол төсемесі мен жер төсемі нүктелеріндегі ығысуларды, деформацияларды және кернеулерді есептеудің дәлдігін арттыру үшін екінші және одан жоғары (сегіз түйінді екі өлшемді элемент, жиырма түйінді үш өлшемді элемент және басқа) соңғы элементтерін қолдану ұсынылады.



1.1-сурет – Қос қабатты жүйенің жоғарғы қабатының E_1 серпімділік модулін анықтауға арналған номограмма

(Өзгерт.ред. – ҚТҮКШІК 14.06.2019 ж. №96-НҚ бұйрық).

5.2.10 5.2.5 - 5.2.9 т. ұсынылған, әдістемелік ережелерге сүйене отырып, рұқсат етілген жер төсеуінің созылмалы иілуінің есебін келесі реттілікте орындайды:

- көлік қозғалысының қарқынына келтірілген есептік күш шамасына қарай талап етілген серпімділік модулін анықтайды (8 формула);

- (7) формула арқылы тығыздық коэффициентін ескере отырып тығыздықтың жалпы модульін $E_{обш}$ анықтайды;

- осы Ережелер жинағының 5 бөліміне сай конструктивтік қабаттар қалыңдығын (соның ішінде 5.1.5 т. ескере) және әр конструктивті қабаттың материалдарының серпімділік модульін (Б қосымшасы), сондай ақ жер төсеуінің жұмысшы қабат бетінің серпімділік модульін (В қосымшасы) алдын-ала белгілеу арқылы жол жабуын конструкциялайды.

- номограмма бойынша (2 сурет) негіз бетінің серпімділік модульін анықтай отырып жоғарыдан төмен қарай есеп жүргізеді;

- егер негіз бір қабатты болса, онда негіз бетінің серпімділік модулі, негіз материалы мен жер төсемінің топырағы арқылы номограммамен негіз қалыңдығын анықтайды (2 сурет);

- егер де конструктивті немесе технологиялық түсінік бойынша, құрғаудан және суыққа қажетті төзімділікті қамтамасыз ету үшін, және с.ұ. негізді бірнеше қабатпен конструкциялау қарастырылса, онда алдын-ала қосымша қабаттардың қалыңдықтарын тағайындайды, содан кейін, қабат сайын төменнен жоғары қарай номограмма арқылы қосымша қабат бетінің (суыққа төзімді, жылу ұстағыш, дренаждаушы немесе басқа

қосымша қабат) серпімділік модулін анықтайды (2 сурет), артынан, баяндалғанға сай, негіздің қалған бөліктерінің қалыңдықтарын анықтайды.

Баяндалғанға ұқсас, есепті төменнен жоғары қарай конструктивті қабат бетінің серпімділік модулін ретімен анықтау арқылы орындауға болады.

Жол төсемін төселген топырағының шөгуге тұрақтылығын және аз байланысқан конструктивті қабаттарының есебі

5.2.11 Беріктік шартына сүйене отырып (2 формула), жол жабуының төселген топырағында, өткінші немесе ұзақ күш әсерінен, немесе аз байланысқан қабаттарында созымдық жылжудан пайда болатын, қалдық деформациялар болмайтындай етіп конструкциялайды.

Топырақтағы немесе құмды қабаттағы белсенді қозғалу күшінің есебін келесі формула арқылы анықтайды:

$$T_p = \bar{\tau}_n P + \tau_0, \quad (10)$$

мұнда τ_d – номограмма бойынша анықталатын жол жабуының салмағының күші (1 сурет),

$\bar{\tau}_n$ – номограмма көмегімен анықталатын жеке-дара күштен болатын белсенді үлесті қозғалу күші (3, 4 суреттер);

P – төсемге түсетін есептік дөңгелек қысымы, МПа.

$\bar{\tau}_n$ номограммамен анықтау кезінде (3, 4 суреттер), топырақтың ϕ мәнін В қосымшасының В.3 кестесі бойынша, ϕ көлемін аз байланысқан қабаттар үшін Б қосымшасының Б.9 кестесі бойынша қабылдайды.

5.2.12 Топырақтың рұқсат етілген шөгу күшін келесі формула арқылы анықтайды:

$$T_{don} = c_{ep} k_1 k_2 k_3, \quad (11)$$

мұнда c_{ep} – жер төсемінің белсенді аймағындағы есептік мерзімдегі топырақтың жабысуы (В.3 кесте В қосымша), МПа;

k_1 – агрессияшыл жылжу күшінің әсерінен топырақтың шөгуге қарсыласуының төмендеуін ескеретін коэффициент, шайқалу және т.б. (өткінші күш әсерін есептеу кезінде $k_1 = 0,6$ қабылданады, қайталануы аз күштің ұзақ әсер ететінін $k_1 = 0,9$);

k_2 – конструкцияның қызмет жағдайының, бір текті еместілігін есепке алатын, қор коэффициенті, табиғаттың қолайсыз ерекшеліктерінің ескерілмеуіне, технологиялық және басқа себептерге байланысты (бұл факторлар автокөлік қозғалысының қарқыны жоғарылаған сайын айқындала түседі), k_2 коэффициенті - 5 суреттегі график бойынша күштің $k_2 = 1,23$ ұзақ уақыт әсер етуін есептеу кезінде анықталады

k_3 – конструкцияның құмды қабат шекарасындағы топырағының, күш түсетін негіздің төменгі қабатымен қоса қызмет ерекшеліктерін ескеретін коэффициент. Топырақ ерекшелігіне қарай k_3 мағынасы төмендегіше:

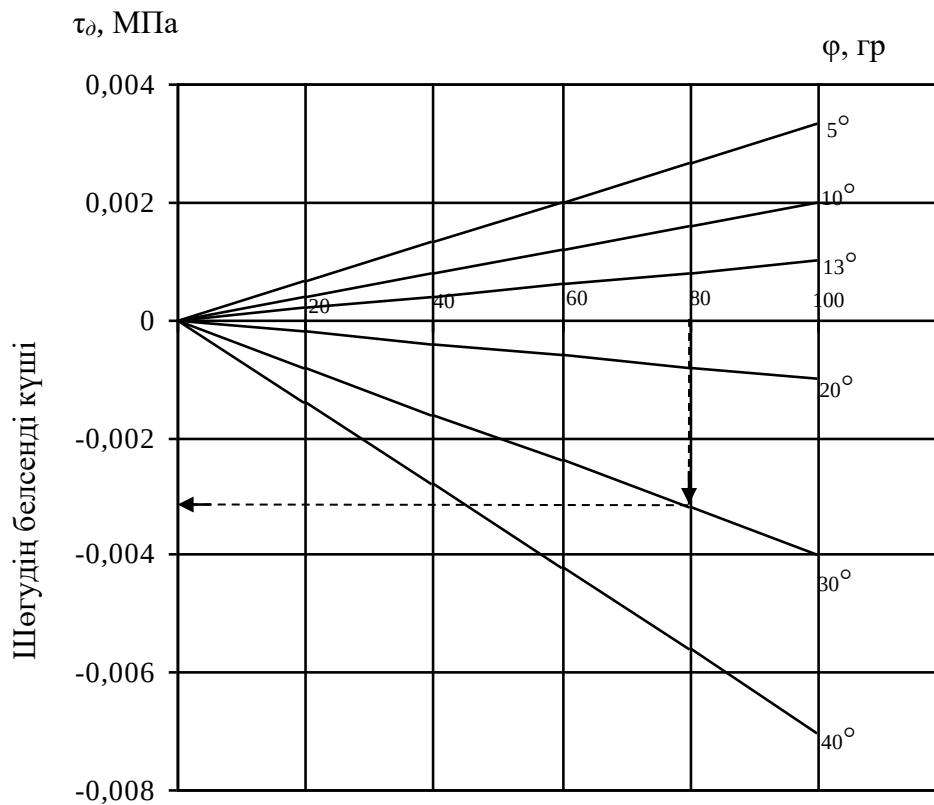
- ірі құмдар – 7,0;
- ірілігі орташа құмдар – 6,0;
- ұсақ құмдар – 5,0;
- шаңды құмдар, ірі құмдақтар – 3,0;
- сазды топырақтар (балшық, саз, құмдақ, іріден басқа) – 1,5.

ҚР ЕЖ 3.03-104-2014*

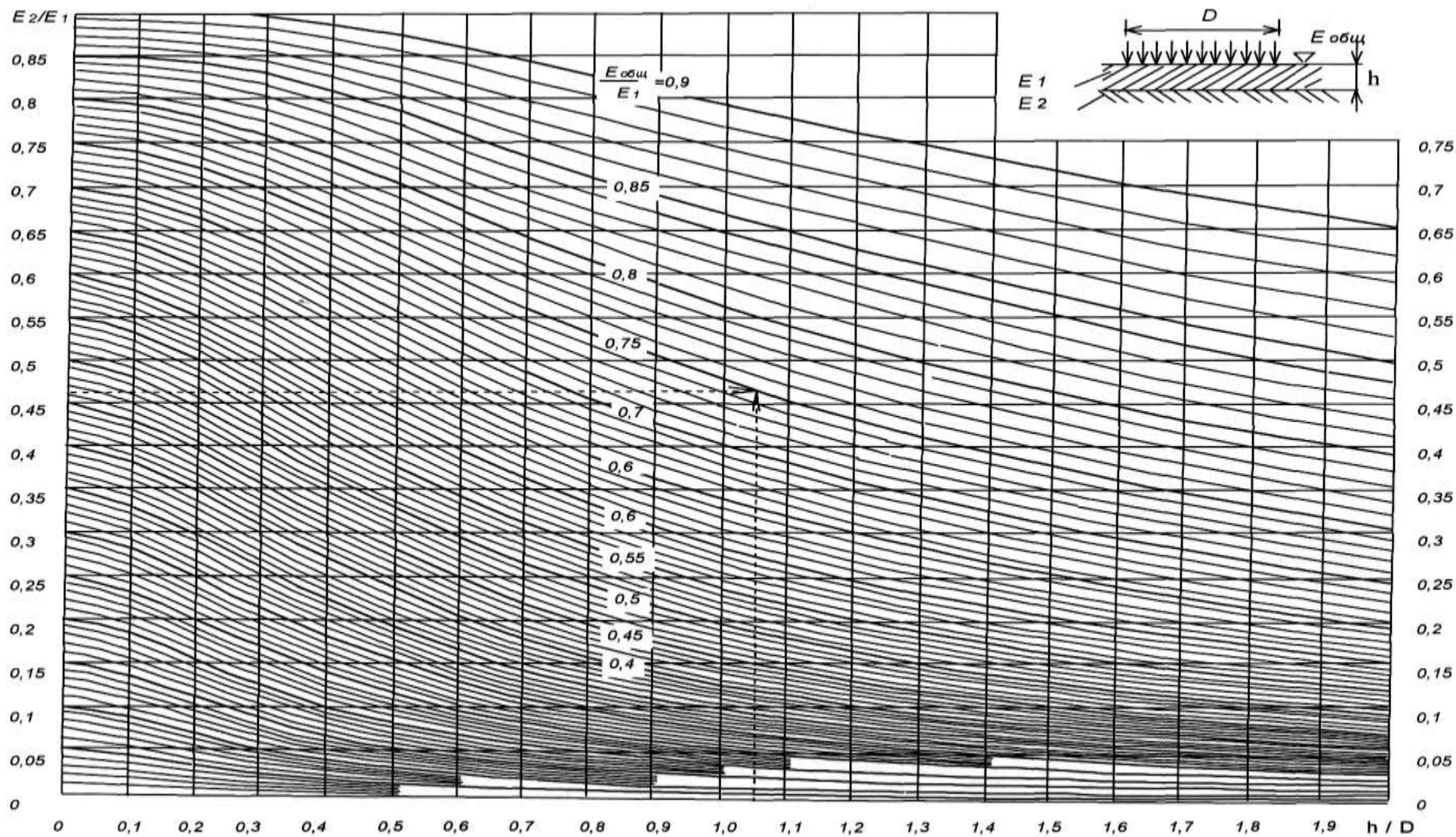
Қызмет мерзімінің соңғы жылындағы (5 сурет) есептік жүру қарқыны келесі келтірілген формула арқылы анықталады:

$$N_t = Npp^{T-1}, \quad (12)$$

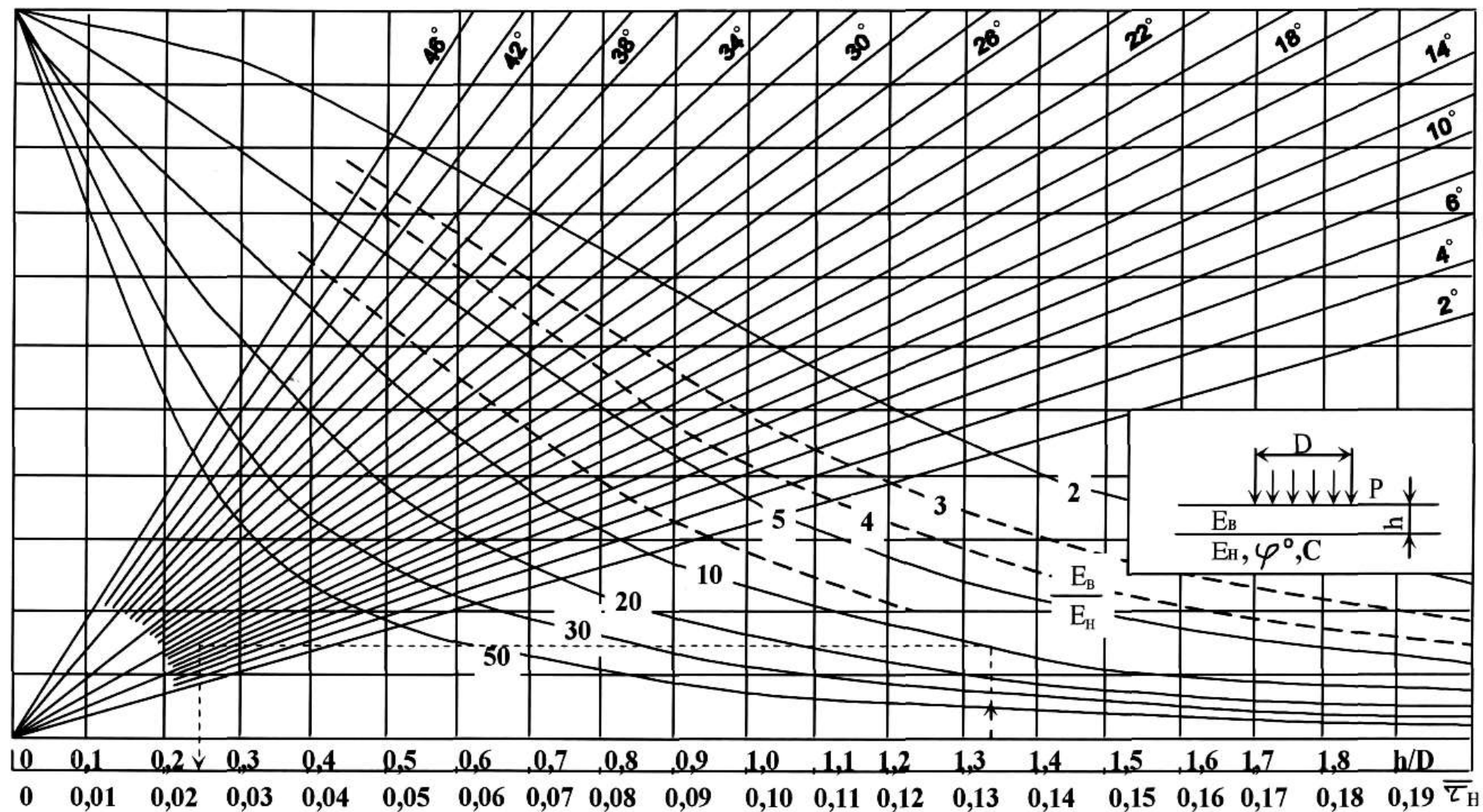
12 формуласының параметрі 6 формуласымен дәлме дәл.



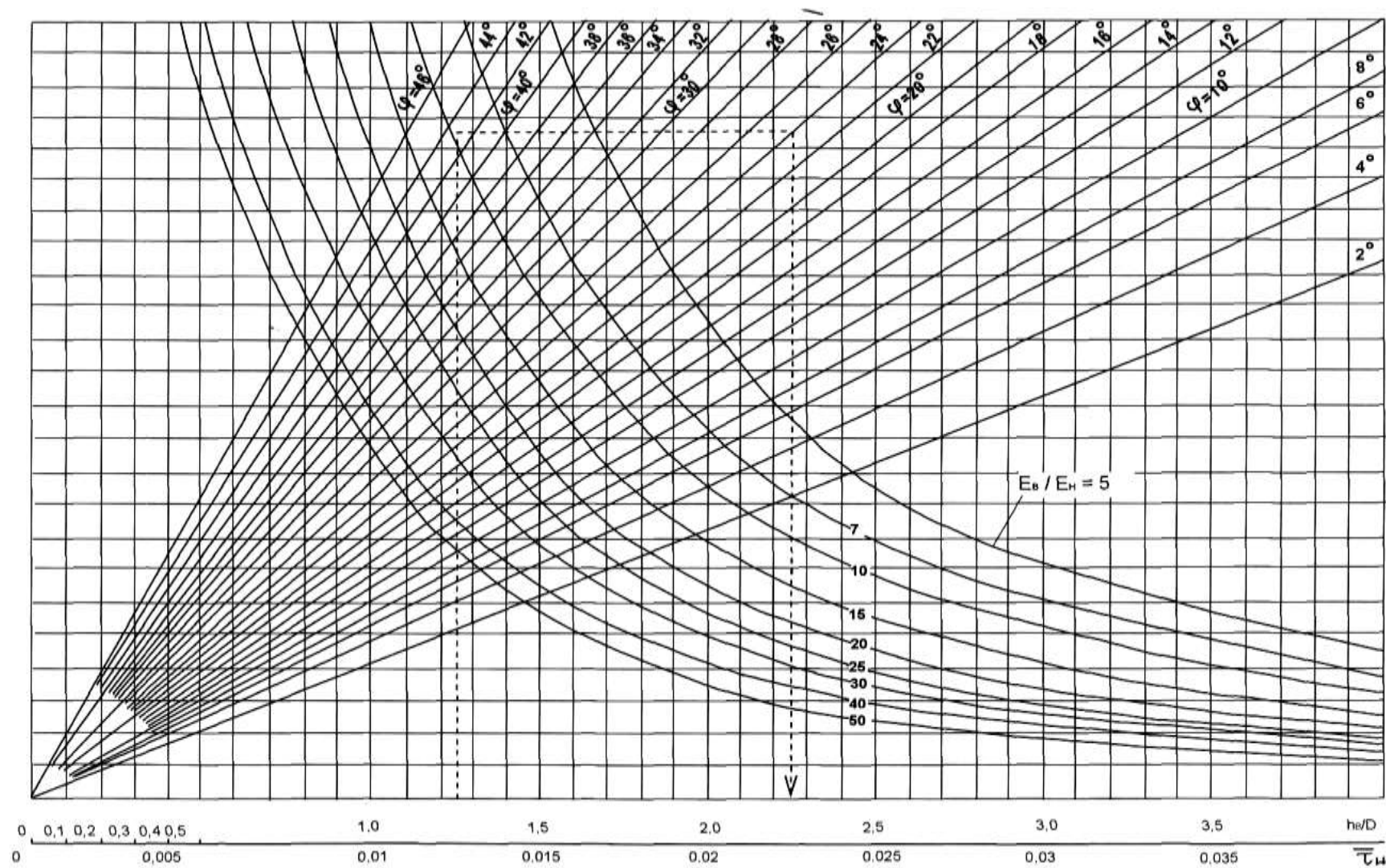
1-сурет – Жол төсемінің жалпы қалыңдығынан шөгудің τ_d белсенді күшін анықтауға арналған номограмма $\sum_{i=1}^n h_i$



2-сурет – Екі қабатты жүйенің жалпы созылғыштық модулін анықтауға арналған номограмма $E_{общ}$.



3-сурет – Екі қабатты жүйенің төменгі қабатына уақытша күштен түскен шөгудің белсенді күшін анықтауға арналған номограмма (мұнда $h/D=0 \div 2,0$)



4-сурет – Екі қабатты жүйенің төменгі қабатына уақытша күштен түскен шөгудің белсенді күшін анықтауға арналған номограмма (мұнда $h_e/D=0\div4,0$)

5.2.13 Есеп жүргізу үшін, көп қабатты жол конструкциясын екі қабатты есептік үлгіге келтіреді, мұндағы төменгі қабат төселген топырақ (оның есептік ерекшеліктерін ескере отырып), ал жоғарғысы – жол төсемінің жоғарғы бетінің барлығы болып табылады, жоғарғы қабат қалыңдығы оның құрамына кіретін төсем қабаттарының жиынтығына тең. Үлгінің жоғарғы қабатының серпімділік модулін орташа өлшенгендей етіп келесі формула арқылы есептейді:

$$E_b = \frac{\sum_{i=1}^n E_i h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} , \quad (13)$$

мұнда n - жол төсемінің қабаттарының саны;

E_i - i -қабатының серпілістік модулі, МПа;

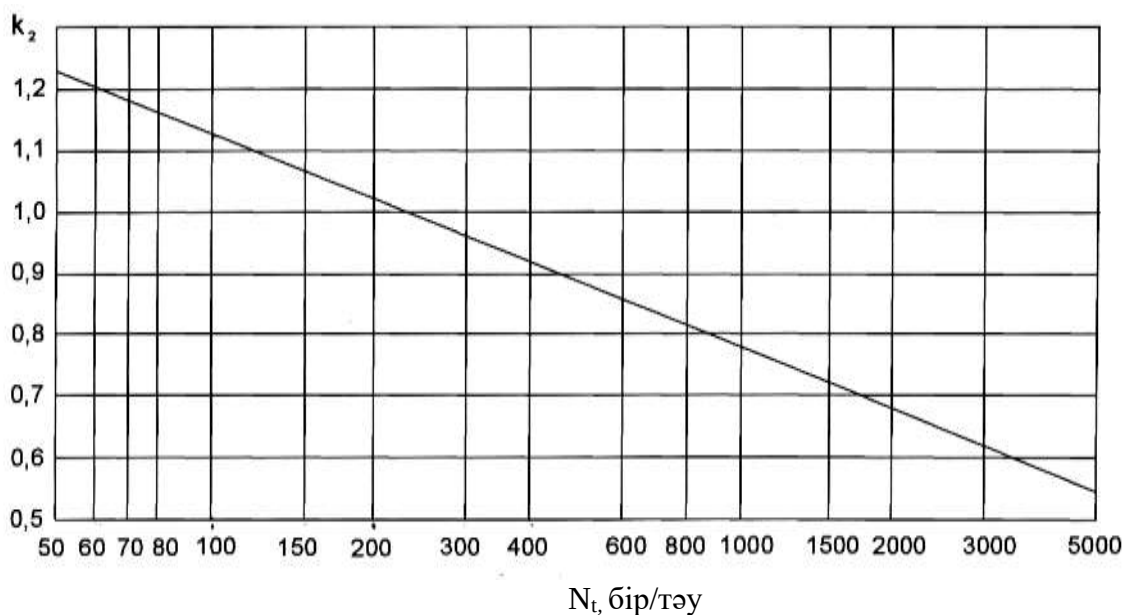
h_i - i -қабатының қалыңдығы, см.

5.2.14 Жол төсемін органикалық тұтқыры бар материалдардың серпімділік модулінің қозғалуға тұрақтылық шарты бойынша есептеу кезінде, есептік температураларға сай қабылдайды (Б қосымшасы, Б.1 кесте)

5.2.15 Жол төсемін, жер жабуындағы топырағының шөгуге қарсы тұруының есебін, сондай ақ аз байланысқан материалдарда жер төсеуінің аралық қабаттары келесі реттілікпен орындалады:

- асфальт-бетоннан жасалған қабаттар үшін есептік серпімділік модулін тағайындайды, көктем (есептік) мезгіліндегі (Б қосымша, Б.1 кесте) мүмкін болатын жоғарғы температураға сәйкес келетін, жер төсеуінің топырағының және құмнан жабудың аралық қабаты есептік төзімділік ерекшеліктері 5.2.12 т. сай;

- 3 және 4 суреттер арқылы жекеленген уақытша күштен түсетін шөгудің $\bar{\tau}_n$ белсенді күштерін анықтайды, ол үшін көп қабатты конструкцияны екі қабатты үлгіге келтіреді;



5-сурет – N_t күштің әсерінен келтірілген есептік қарқынынан k_2 коэффициентінің тәуелділігі

- (10) формула бойынша, жер төсеуінің топырағындағы, немесе жабындының құмды қабатындағы шөгудің есептік белсенді күшін есептейді;
- (11) формуласының мағынасы арқылы, шөгудің рұқсат етілген күшін есептейді;
- (2) формула арқылы, беріктік шартының орындалуын тексереді (талап етілген беріктігін ескере отырып);
- қажет болған жағдайда, конструктивті қабаттардың қалыңдықтарын өзгерте отырып (2) формуланың шарттарын қанағаттандыратын конструкцияларды таңдайды.

5.2.16 Қатты емес жол төсемдеріне күштің ұзақ әсер етуін есептеуді топырақтың шөгуіне және төсемнің аз байланысқан қабаттарында орындау қажет. Асфальт-бетон ерекшеліктері Б. қосымшасының Б.3 кестесі бойынша қабылданады.

5.3 Жол төсемдерін монолитті қабаттардың иілу кезіндегі созылуға қарсы тұруын есептеу

5.3.1 Жол төсемінің монолитті қабаттарында (асфальт бетоннан, органикалық емес және кешенді тұтқырлармен күшейтілген материалдар мен топырақтар, және т.б.), қайталанған өткінші күш әсерінен төсемнің иілуі кезінде пайда болатын күштер, материал структурасының бүлінуін және белгіленген қызмет мерзімі ішінде, жарықтың пайда болуын тудырмауы керек, яғни (3) формуланың шарты қамтамасыз етілуі тиіс.

5.3.2 Ең үлкен созылмалы күштің σ_r монолитті қабатта номограмма көмегімен анықтайды (6 сурет).

Асфальт-бетоннан жасалған қабаттарды иілуге есептеу кезінде, жол төсемінің барлық конструкциясын екі қабатты үлгі ретінде қабылдайды. Сонымен бірге, берілген үлгінің жоғарғы қабатына асфальт-бетоннан жасалған барлық қабаттарды жатқызады, оны, барлық қабаттардан тұратын жиынтығына тең, қалыңдығы h_b болатын бір эквивалентті қабат ретінде қабылдайды. Берілген қабаттың серпімділік модулін (13) формула бойынша барлық асфальт бетон қабаттары үшін орташа өлшеулі ретінде қабылданады.

Үлгінің төменгі қабаты ретінде асфальт-бетон қабаттарынан төмен орналасқан конструкцияның бөлігі, жер төсемінің жұмыс қабатының топырағымен қоса қызмет етеді. Модельдің төменгі қабатының серпімділік модулін номограмма көмегімен қатпарлы жүйенің тығыздық эквивалентін келтіру арқылы анықтайды (2 сурет).

5.3.3 Номограмманы (6 сурет) қолдану кезінде, толық есептік созылмалы күшті келесі формула арқылы анықтайды:

$$\sigma_r = \bar{\sigma}_r \cdot P \cdot k_\phi, \quad (14)$$

мұндағы $\bar{\sigma}_r$ - есептелетін қабаттағы бірлік күштен түсетін созылмалы күш (6 сурет);
 k_ϕ - қосарланған баллоны бар автомобиль дөңгелегінің астындағы төсем конструкциясына күш түсу жағдайының ерекшелігін ескеретін коэффициент, $k_\phi = 0,85$ (бір баллонды дөңгелекке есептеу кезінде $k_\phi = 1,00$);

P - есептік қысым (А қосымшасының, А.1 кестесі), МПа.

5.3.4 Асфальт-бетонның иілу кезіндегі созылуына қарсыласуының есептік мағынасын келесі формула арқылы анықтайды:

$$R_N = \overline{R}_y (1 - t\nu_R) K_y K_m, \quad (15)$$

мұндағы $\overline{R}_y$ - асфальт-бетонның иілу кезіндегі созылуына қарсыласуының орташа шектік мәні (Б қосымшасының, Б.2 кестесі);

t - нормаланған ауытқудың коэффициенті, $\overline{R}_y$ жобалық беріктік деңгейіне байланысты K_H (В қосымшасының, В.2 кестесі);

ν_R - асфальт-бетонды иу кезіндегі созылуға беріктікті түрлендіру коэффициенті, 0,1 тең;

K_y - жолақта, жүру қарқынынан келтірілген есептік күштің түсуінің қайталануын ескеретін, шаршау коэффициенті. Асфальт-бетон қабаттары үшін келесі формула арқылы анықталады:

$$K_y = \left(\frac{N_t}{1000} \right)^{-\phi}, \quad (16)$$

мұнда N_t – соңғы қызмет жылындағы келтірілген жүру қарқыны, (12) формула арқылы анықталады;

ϕ – тендеу параметрі: битум негізіндегі асфальт-бетон БНД 70/100, БНД 100/130, БНД 130/200 және борпылдақ асфальт-бетон үшін, $\phi = 0,27$; тығыз және борпылдақ асфальт-бетон үшін, $\phi = 0,16$;

K_m – ауа-райы-климаттық факторлар әсерінен беріктіктің төмендеу коэффициенті (5 кесте).

5.3.5 Асфальт-бетон төсемдерінің қабаттарының иілу кезіндегі созылуын есептеу кезінде, оның сипаттамалары көктемнің төмен температурасына сәйкес болуы керек (Б қосымшасының, Б.1 кестесі).

5-кесте – Ауа-райылық-климаттық факторлар әсерінен беріктіктің төмендеу коэффициенті

Есептік қабаттың асфальт-бетоны	K_m мағынасы
Жоғары тығызды	1,0
Тығыз маркасы:	
I	0,95
II	0,90
III	0,80
Борпылдақ және борпылдақтығы жоғары	0,80

5.3.6 Иілуді есептеуді келесі реттілікте орындайды:

- номограмма арқылы алынған параметрлерді пайдалана отырып (6 сурет) $\bar{\sigma}_r$ табады және (14) формула арқылы есептік созылмалы күшті есептейді;

- (15) формула арқылы шектік созылу күшін есептейді. Асфальт-бетон қабаттары пакетінде, орташа созылу күші ретінде, төменгі қабатының материалына жауап беретін мағынаны қабылдайды;

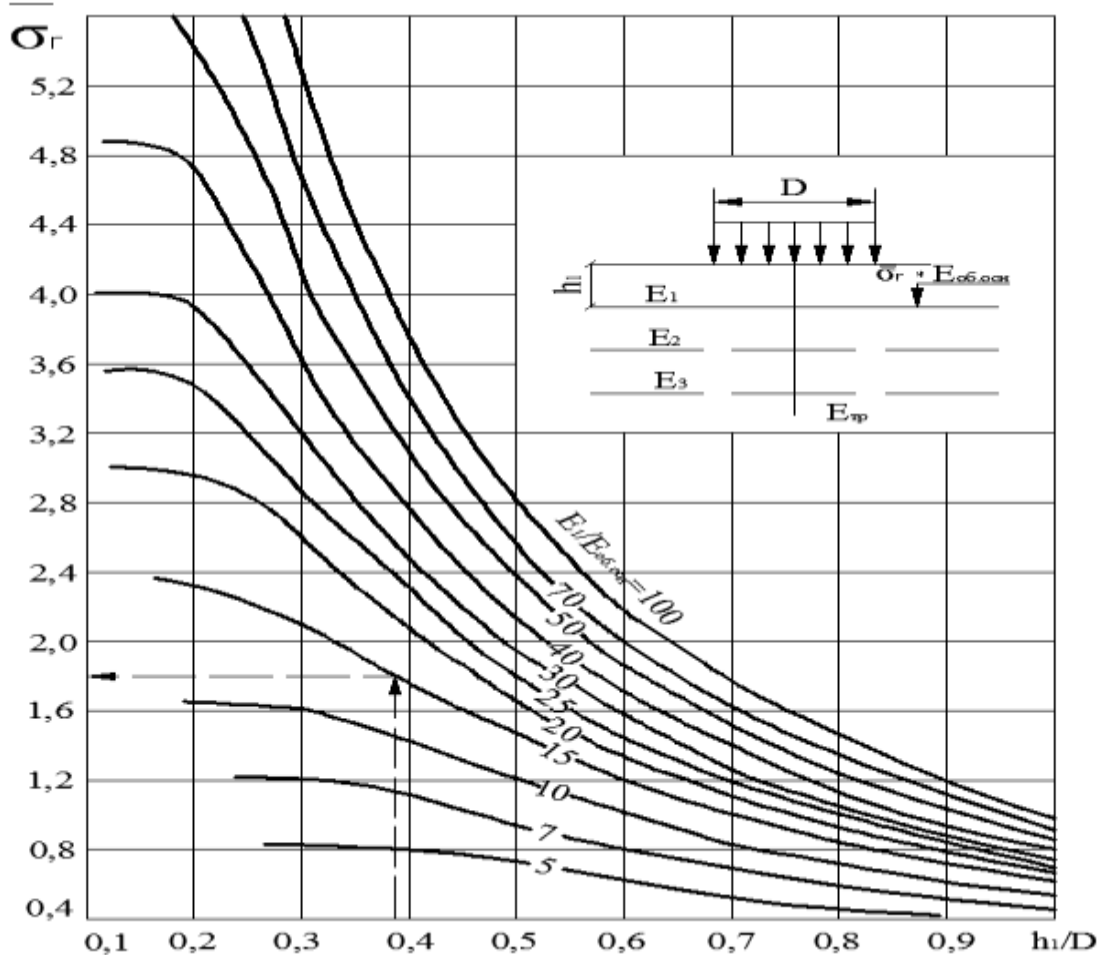
- (3) формула арқылы, шартты тексереді және қажет болған жағдайда конструкцияны түзетеді.

5.3.7 Төсемдердің аралық монолитті қабаттары, номограмма (7 сурет) арқылы есептеледі. Сонымен қатар көп қабатты конструкцияны, алдын-ала, үш қабаттыға келтіру қажет, мұнда есептелетін монолитті қабат ортадағысы болып табылады. Номограмма, үш қабатты жүйенің жоғарғы екі қабатының салыстырмалы қабатын байланыстырады $(h_1+h_2) / D$ және созылмалы күшті $\bar{\sigma}_r$, қарастырылып отырған күш түскен ауданның ортасындағы қабаттың төменгі нүктесіндегі бірлік жүктемені (мұнда күш ең үлкен мағынаға жетеді). E_1 / E_2 (номограммадағы қисық) және E_2 / E_3 (номограммадағы сәуле). Созылу күшінің толық мағынасы σ_r (14) формула арқылы анықталады, мұндағы $k_\delta = 1,00$.

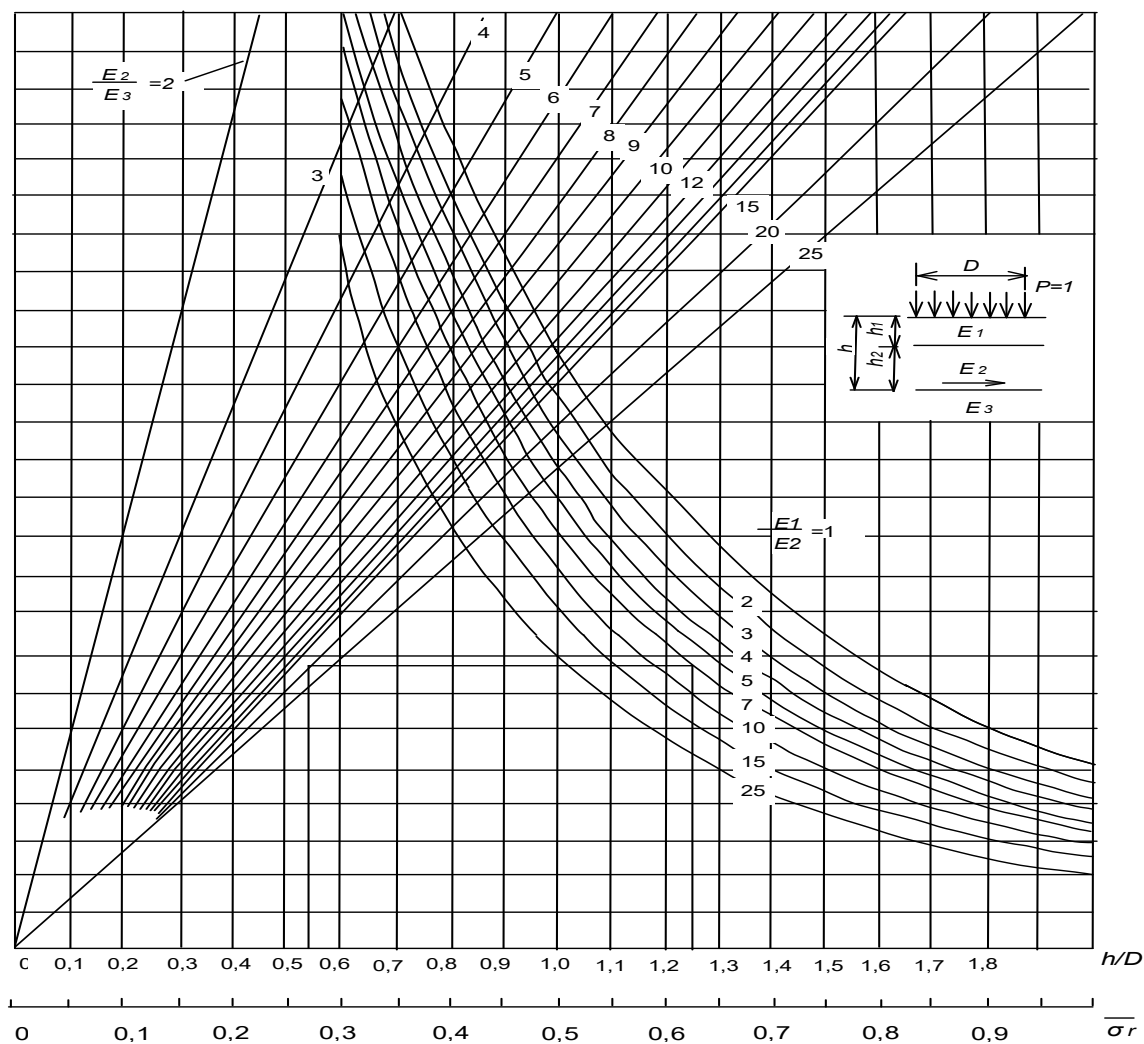
5.3.8 Рұқсат етілген созылу күші келесі формула бойынша анықталады:

$$R_{don} = R_y K_y, \quad (17)$$

мұнда K_y - монолитті қабаттар үшін шаршау коэффициенті (15) формула арқылы анықталады, мұндағы $\phi = 0,06$).



6-сурет – Екі қабатты жүйенің монолитті жоғарғы қабатының иу кезіндегі $\bar{\sigma}_r$ созылмалы күшін анықтауға арналған номограмма



7-сурет – Жол төсемінің аралық монолитті қабатындағы созылу күшін анықтауға

5.3.9 Аралық монолитті қабаттар келесі реттілікпен есептеледі:

- формула (13) арқылы есептелетін монолитті қабаттан жоғары жатқан конструктивті қабаттардың орташа серпімділік модулі есептеледі;
- асфальт-бетонның серпімділік модулінің есептік мағынасы Б қосымшасының Б.1 кестесі бойынша температураны ескере отырып қабылданады;
- содан кейін номограмма (7 сурет) арқылы төсем бетіне әсер ететін бірлік күштің созылғыштық күші анықталады $\overline{\sigma_r}$. Ары қарай есеп 5.3.7. бөлімімен ұқсас болып келеді.

*5.3.10 Көп қабатты жол конструкцияларындағы ығысуларды, кернеулерді және деформацияларды соңғы элементтер әдісімен жол төсемелері мен жер төсемдерінің ортақ есебін жасайтын танымал қолданбалы бағдарламалар топтамасы көмегімен жеңілдетілген бір, екі қабатты есептік схемаларға келтірмей анықтауға жол беріледі. Соңғы элементтер әдісімен жол төсемесі мен жер төсемі нүктелеріндегі ығысуларды, деформацияларды және кернеулерді есептеудің дәлдігін арттыру үшін екінші және одан жоғары (сегіз түйінді екі өлшемді элемент, жиырма түйінді үш өлшемді элемент және басқа) соңғы элементтерін қолдану ұсынылады (Өзгерт.ред. – ҚТҮКШК 14.06.2019 ж. №96-НҚ бұйрық).

6 КОНСТРУКЦИЯНЫҢ СУЫҚҚА ТӨЗІМДІЛІГІН ЕСЕПТЕУ.

6.1 Жер учаскелері топырағы маусымда қататын қолайсыз топырақты-гидрологиялық жағдайда орналасқан аудандарында, талап етілген беріктікпен қоса, жол төсемдері мен жер төсеулерінде жеткілікті суыққа төзімділік жағдайы қамтамасыз етілу қажет.

6.2 Егер жалпы жүру жолының көтерілуі конструкцияның қатуы кезінде 6 кестеде келтірілген $l_{дон}$ мағынасынан аспаса, қысқы ісіну жабу түзулігі мен жол төсемінің төзімділігіне елеулі ықпал етпейді.

Төмендегі шарт орындалған жағдайда конструкцияны суыққа төзімді деп есептейді:

$$l_{муч} \leq l_{дон} , \quad (18)$$

мұнда $l_{муч}$ - жер төсеуінің топырағының есептік (болжамдық) көтерілуі;

$l_{дон}$ - берілген конструкцияға рұқсат етілген топырақ көтерілуі (6 кесте).

6.3 Конструкциялары суыққа төзімділік жағынан ұқсас жер, немесе жол аумағы топтары, топырақты-гидрологиялық жағдайы жағынан ұқсас, төсемдері бірдей, жер төсеуінің конструкциясы бірдей, сондай теңдей мөлшерде жергілікті құрылыс материалдарымен қамтамасыз етілген жер үшін есептеледі

6-кесте – Жол төсемінің үлгісіне байланысты суықтан көтерілудің ұйғарымды мөлшері

Жол төсемінің үлгісі	Жабу түрі	Суықтан көтерілудің ұйғарымды мөлшері $l_{дон}$, см.
Күрделі	жетілдірілген	4
Жеңілдетілген	жетілдірілген	6
Өтпелі	өтпелі	10

6.4 Жол конструкциясының күтілген қыстық көтерілуі, жер жабуының топырағындағы қыстық ылғал жиналуына байланысты, ол өз кезегінде, жол негізінде тоңданудың тереңдігі мен жылдамдығына байланысты, конструкцияның дымқылдану ерекшелігіне, жер төсеуінің, жердің үстінен және жер асты суы деңгейінен жоғары орналасуы, топырақ қасиеті мен тығыздық дәрежесіне, тұрақты материалдардан қабат қалыңдығынан, олардың жылу физикалық қасиеттері және басқа да факторларға байланысты. Топырақтың иірімділік деңгейіне қарай, топырақтарды салыстырмалы аязды иірілу мағынасына және ылғалдану ерекшелігі бойынша аймақтың түріне қарай 6 топқа бөледі (7 кесте).

6.5 Конструкцияның суыққа төзімділігін есептеу үшін $Z/H < 1,0$ жағдайында, күтілген иірімділігі $I_{нуч}$ номограмма (8 сурет) бойынша келесі параметрлердің мағынасын ескере отырып анықталады:

Z – тоңданудың есептік тереңдігі, см;

Z_1 – жол төсемінің тұрақты қабаттарының қалыңдығы, соның ішінде қосымша суықтан қорғаушы қабаты, см;

ε_i – тығызданған қиыршық тасқа, материалдардың жылу техникалық қасиет эквиваленттері қатынасы ((23) формула бойынша анықталады);

H – жер асты су деңгейі орнының есептік тереңдігі (ДТС), см;

B – иірілу деңгейі мен топырақтың кешендік ерекшелігі (7 кесте), $\text{см}^2/\text{тәу}$;

α_o – климаттық көрсеткіш (9 сурет), $\text{см}^2/\text{тәу}$.

Номограмма (8 сурет қарау керек) көмегімен, қалғандарының мәні белгілі болғанда, айтылып өткен параметрлердің кез келгенінің мәнін білуге болады. Осылайша, тұрақты материалдардан жасалған қабаттардың жалпы қалыңдығы Z_1 келесідей анықтауға болады:

$I_{нуч} = I_{доп}$ болғанда $I_{нуч} \times \alpha_o / (B \times Z)$ қатынасын есептеу, номограммадағы тік өсіндегі мағынасын табу, көлденең түзуді қисық сызықпен қиылысқанша жүргізу, Z/H сай келетін, және осы нүктені көлденең өске дейін көшіру арқылы Z_1 / Z табу, бұдан Z біле тұра, Z_1 табу.

*6.6 Тоңдану тереңдігінің есептік мағынасы Z және H қыстың алдындағы жерасты суы деңгейінің арақашықтығы климатология бойынша нормативтік құжаттарға және (немесе) құрылыс жүретін ауданның жағдайына ұқсас көп жылғы бақылау деректерін пайдалана отырып, нұсқаулықтарға сәйкес табиғи жағдайларындағы бұл параметрлердің өзгеруіне қарай анықтау қажет. Z және H есептік мағынасын жергілікті зерттеу деректері немесе карта бойынша белгілеуге жол беріледі (10-сурет). Картаны қолданған жағдайда Z түзетулері ескерілмейді. Сондай-ақ, тоңдану тереңдігінің есептік мағынасын Z өңірдің климаттық жағдайларын ескеріп, көп қабатты ортадағы жылу өткізгіштіктің есептерін (талдау және сандық, мысалы үшін соңғы элементтер әдісі) шешу бойынша белгілеуге жол беріледі (Өзгерт.ред. – ҚТҮКШК 14.06.2019 ж. №96-НҚ бұйрық).

Жолдың тоңдану тереңдігін анықтау кезінде Z қосылатын түзету:

$Z, \text{м}$	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
Түзету, м	0,30	0,40	0,50	0,57	0,63	0,68	0,72	0,75	0,77

7-кесте – Топырақтың қату кезіндегі иірілу деңгейінің жіктемесі

Топырақтың иірілімділігі	Топырақтардың ерекшелігі	Ылғалдану ерекшелігі бойынша аймақ түрі	Орташа біркелкі аязды иірілу $I_{л.ч.}$ тоңдану тереңдігі 1,5 м болған жағдайда, %	Иірілу дәрежесі не қарай топырақ тобы
Иірілімсіздігі	Гравийлы құм, ірі және орташа кесекті, 0,05 мм кем 2% бүртіктері бар	2-3	1*кем	I
	Гравийлы құм ірі және орташа кесекті, 0,05 мм кем емес 15% кем бүртіктері бар, майда құм құрамында 0,05 мм кем емес 2% кем	1	1*кем	I
Әлсіз иірілімді	Майда құм, ірі және орташа кесекті, 0,05 мм кем 15% аз бүртіктері бар, 0,05 мм кем 2% аз бүртіктері бар майда құм	2-3	1-2*	II
	Майда құм 0,05 мм кем 15% аз бүртіктері бар, жеңіл құмайт және жеңіл ірі	1	1-2*	II
	Майда құм 0,05 мм кем 15% аз бүртіктері бар, жеңіл құмайт және жеңіл ірі	2-3	2-4	III
	Майда құм, шаңды құмайт, жеңіл балшық, ауыр, шаңды ауыр, саз	1-2	2-4	III
Иірілімді	Жеңіл құмайт, жеңіл балшық және ауыр, саз	2-3	4-7	IV
	Ауыр шаңды құмайт, балшық жеңіл шаңды	1	4-7	IV
Қатты иірілімді	Шаңды құм, шаңды құмайт, ауыр шаңды құмайт	2-3	7-10	V
Аса иірілімді	Ауыр шаңды құмайт, жеңіл шаңды балшық	2-3	10-15 және артық	VI
* қиыршық тасты, гравийлы, ірі құм құрамының салыстырмалы иірілімділігі 15% артық бүртіктер көлемі шамамен 0,05 мм кем шаңды құм ретінде зертханада мағлұматтарын тексеру арқылы қабылдануына болады.				

8-кесте – Топырақ үлгісіне қарай иірілімділік дәрежесі

Топырақтар	Көрсеткіш В, см ² /тәу	Ылғалдылық ерекшелігі бойынша 3 үлгідегі аймақ жағдайы үшін иірілімділік дәрежесі
Құм (шаңды емес) құрамында бүртіктері 0,05 мм майда 2-15% шегінде, жеңіл ірі құмайт	1,5 - 2,0	Әлсіз иірілімді
Саз, жеңіл шаңды және ауыр балшық(шаңды емес), жеңіл құмайт	3,0 - 3,5	Иірілімді
Шаңды құмайт, ауыр шаңды балшық, шаңды құм	4,0 - 4,5	Қатты иірілімді
Ауыр шаңды балшық, жеңіл шаңды құмайт	5,0	Аса иірілімді

Тоңдану тереңдігін тікелей өлшеу кезінде пайдаланылатын мағлұматтардың α_o мәнін келесі формула арқылы анықтайды:

$$\alpha_o = (\overline{Z} - Z_{1,0})^2 / (2 \overline{T_3}) , \quad (19)$$

мұндағы $\overline{Z}$ - өлшеу мәліметтері бойынша көпжылдық орташа тоңдану тереңдігі, см;

$Z_{1,0}$ – өлшенетін нысандағы жол төсемінің қалыңдығы, см;

$\overline{T_3}$ - жер төсеуінің топырағының көпжылдық орташа тоңдануы, тәу.

6.7 B (5.5 б.) кешендік ерекшелігі, топырақтың ылғалды өткізгіштігіне, талап етілген тығыздыққа, оның толық ылғал сиымдылығына (қысылып қалған ауаны шегергенде), сондай ақ капиллярлы ылғал сиымдылығына байланысты. B мағынасын топырақтың суыққа төзімділігін сынау мәліметтері негізінде келесі формула арқылы анықтау қажет:

$$B = K_{муч} \times \alpha_o / 1,86 , \quad (20)$$

мұнда $K_{муч}$ - топырақтың иірімділік коэффициенті, иірілудің вертикальды деформациясының, нұсқаның бастапқы биіктігіне қатынасы болып табылады (бірліктер үлесі):

$$K_{муч} = \frac{\Delta h}{h} , \quad (21)$$

мұндағы Δh - нұсқаның иірілу мөлшері, см;

h - нұсқаның бастапқы биіктігі, см.

6.8 Жылу-техникалық қасиетін ескере отырып, тұрақты материалдан жасалған қабаттың эквивалентті қалыңдығы (гранитты түрінен қиыршық тасқа қатынасы):

$$Z_{1,3} = h_1 \varepsilon_1 + h_2 \varepsilon_2 + h_3 \varepsilon_3 + \dots , \quad (22)$$

мұнда $h_1, h_2, h_3 \dots$ – тұрақты материалдардан жасалған жол төсемінің қалыңдықтары, см;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3 \dots$ – материалдардың жылу-техникалық қасиеттерінің эквивалентінің, тығыздалған қиыршық тасқа қатынасын формула арқылы анықтайды:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\frac{\lambda_{и}}{\lambda_i}} , \quad (23)$$

мұнда $\lambda_{и}$ - қиыршық тастың жылу өткізгіштік коэффициенті (8 кесте);

λ_i - материалдардың жылу өткізгіштік коэффициенті (9 кесте).

6.9 Жері ылғалдау шарты бойынша 2 үлгіге жататын күрделі және жетілдірілген төсемдері бар жолдарда, қажетті тұрақты материалдардан жасалған қабаттардың жалпы эквивалентті қалыңдығы $Z_{1,3}^{(2)}$ әдетте қалыңдықтан 65 - 80% құрайды, номограмма арқылы алынатын (8 сурет), мұнда $Z/H = 1,0$, яғни $Z_{1,3}^{(2)} = (0,65 \div 0,80) Z_{1,3}^{(3)}$; 0,65 тең коэффициентті жер төсеуінің жиегі мен ұзақ уақыт тұрып қалатын судың кемеріне дейінгі қауіпсіз ара-қашықтықты қамтамасыз еткен кезде қабылдайды.

6.10 Жері ылғалдау шарты бойынша 1 үлгідегі жол аудандарында, едәуір қысқы ылғал жиналуы мен иірілу, тіпті терең тоңданатын аудандарында да байқалмайды. Бұл

жағдайда, беріктікке, есеппен анықталатын жол төсемінің қалыңдығы, конструкцияның қажетті суыққа төзімділігін қамтамасыз етіп отырады.

Алайда, күрделі төсеуі бар жолдарда, егер ол шаңды құмайтпен төселсе, жол конструкциясына жоғарғы жақтан судың кіруін шектеу шараларын қарастыру керек.

6.11 Жері ылғалдау шарты бойынша, 2 үлгідегі жеңілдетілген жол төсемдерінің суыққа төзімділігін тек шаңды құмайт топырақтарда ғана тексеру қажет. Беріктікке, есеп бойынша анықталатын, жол төсемінің басқа да төселетін топырақтар қалыңдығы, сондай-ақ суыққа төзімділікті де қамтамасыз етеді.

Жері ылғалдау шарты бойынша, 1 үлгідегі жетілдірілген жабуы бар жол төсемінің жеңілдетілген конструкцияларының суыққа төзімділігін тексеру, талап етілмейді.

6.12 Егер, қажетті суыққа төзімділікті қамтамасыз ету үшін, жол төсемінің жалпы қалыңдығы қажет болса, беріктігін есептеу арқылы алынған қалыңдығынан артық, төсем конструкциясын түзетіп, беріктік белгісі бойынша жаңадан есептеу қажет.

$Z/H > 1,0$ жағдайындағы жол конструкциясының суыққа төзімділік есебі..

6.13 Жол конструкциясының суыққа төзімділігін қамтамасыз ету үшін, қажетті тұрақты материалдардан жасалған Z_1 қабат қалыңдықтарын $Z/H > 1,0$ болғанда келесідей анықтайды:

Топырақтың берілген түрі және аймақтың ылғалдылық ерекшелігі бойынша, қату кезіндегі иірілу дәрежесіне қарай, топырақтың тобын тағайындайды (7 кесте). Содан кейін, иірілу дәрежесімен топырақтың қисық сызығының тобының қиылысу нүктесі бойынша (11 сурет) шектеу түзуімен, қабылданған төсеу үлгісі үшін, мүмкін болған аязда иірілу мағынасына сәйкес (I_{don}), орташа жағдайларға арналған тұрақты материалдардан жасалған қажетті қабат қалыңдығын Z_{icp} табады. Орташа жағдайлар, келесі параметрлермен ерекшеленеді: $Z=1,5$ м тоңу тереңдігі, жер асты сулары жоғарғы бетке көтеріледі, яғни $H=0$, а $K_{ynl}=0,98 \div 1,0$ және $W=0,6 W_T$.

6.14 Талап етілген суыққа төзімділікті қамтамасыз ету шарты бойынша, басқа бастапқы мағлұматтар болған жағдайда, жол төсемінің Z_1 жалпы қалыңдығын, топырақтың аяздан иірілуіне ықпал ететін бірқатар факторларды ескере отырып анықтайды:

$$Z_1 = Z_{1cp} K_{y2b} K_{nl} K_{nagp} K_{cm} K_s, \quad (24)$$

мұнда Z_{1cp} – тұрақты материалдардан жасалған қабаттардың орташа қалыңдығы, см;
 K_{y2b} – жердің тереңдігін ескеретін коэффициент, жер асты кендерінің тереңдігін ескеретін, (12 сурет);

K_{nl} – топырақтың тығыздау дәрежесіне тәуелді коэффициент (10 кесте);

K_{nagp} – тоңдану тереңдігіне тәуелді және жоғары жатқан конструкцияның өз салмағынан болатын күштің тоңданып жатқан қабат топырағына әсерін ескеретін коэффициент (13 сурет);

K_{cm} – табиғи құрылған топырақтың структурасының әсерін ескеретін коэффициент (күм үшін 1,0 тең; құмайттар - 1,1; балшықтар - 1,2; саз - 1,3);

K_s – топырақтың есептік ылғалдылығына тәуелді коэффициент:

Топырақтың салыстырмалы ылғалдылығы:

(W / W _T)	0,6	0,7	0,8	0,9
Коэффициент К _в	1,0	1,1	1,2	1,3

6.15 Тондану тереңдігі 2,0 м артық болған жағдайда, есептерді номограмма көмегімен жүргізеді (11 сурет Z =2,0 м үшін) сонымен бірге белгіленген Z₁ мағынасын тондану тереңдігі 2,5 м болғанда 8% ұлғайтады және тереңдігі 3,0 болғанда - 12% .

6.16 Егер суықтан қорғаушы қабатты монолитті материалдан жасаса (органикалық емес немесе кешенді тұтқырлармен күшейтілген топырақ), оның қаттылығы төсеудің қысқы көтерілуінің бір келкі еместігін кемітеді, онда суықтан қорғаушы қабат қалыңдығын құмнан жасалған есептік қабаттан 30-50% кем етіп қабылдайды.

Егер де, суықтан қорғаушы қабатты жылу-физикалық қасиеттері бойынша, құмнан елеулі айырмашылығы бар материалдардан жасаса (күлтопырақ, шлак, топырақ, органикалық тұтқырлармен күшейтілген, және т.б.), онда ондай қабаттың h' қалыңдығы $h_{пес}$ құм қалыңдығы арқылы көрінеді (гравийлы-құмды қоспалар) және келесі формула бойынша анықталады:

$$h' = \alpha h_{пес} \sqrt{\lambda' / \lambda_{пес}} , \quad (25)$$

мұнда α - түзетілетін коэффициент, құм үшін 1,0 тең:

0,95 – материалдар үшін, мұндағы $\lambda' < 1,2$ Вт/м×К;

0,90 – материалдар үшін, мұндағы $1,2 > \lambda' > 0,6$ Вт/м×К;

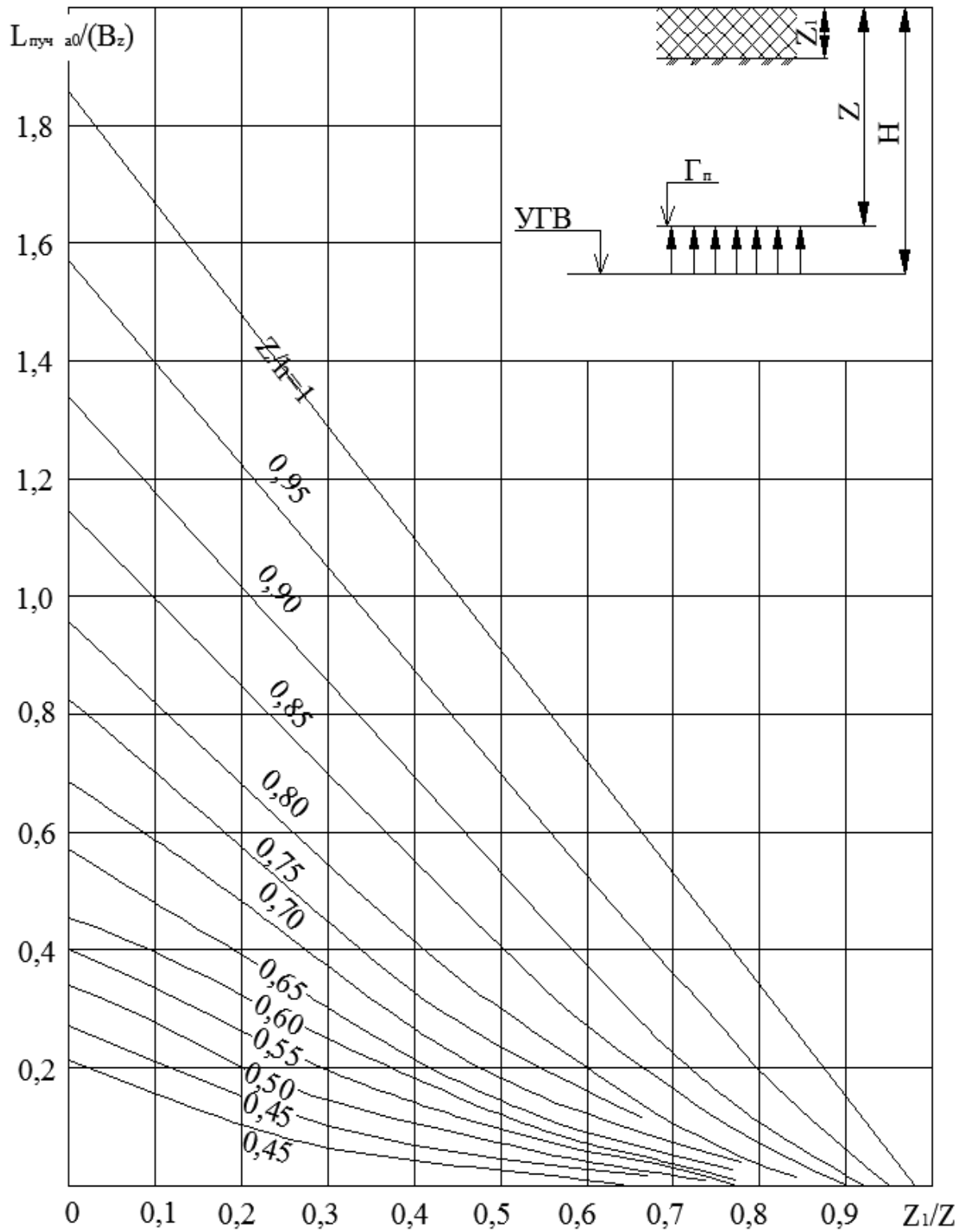
$\lambda', \lambda_{пес}$ – суықтан қорғаушы қабат пен құм материалдарына сәйкес жылу өткізгіштік коэффициенттері (9 сурет).

9-кесте – Түрлі жол-құрылыс материалдарынан жасалған конструктивті қабаттардың жылу-физикалық ерекшеліктері

Материал, топырақ	Тығыздығы ρ , кг/м ³	Жылу өткізгіштік коэффициенті λ , Вт/(мК)
1	2	3
Тығыз ыстық асфальт-обетон	2400	1,40
Соның өзі, қуысты	2300	1,25
Соның өзі, қуыстығы жоғары, соның ішінде битумды-құмды қоспа	2200-1900	1,1-1,0
Битумды тұтқырмен өңделген аглопоритты қиыршық тас	800	0,23
Битумды тұтқырмен өңделген керамзитті гравий	1100	0,64
Битумды тұтқырмен өңделген жеңіл толтырғышы бар гравий (қиыршық тас)	2000	0,52
10% эмульсиямен күшейтілген құмайт	1700-1900	1,45
Цемент-бетон	2400	1,74
6-10% цементпен күшейтілген бір қалыпты құм	2100	1,86
10% цементпен күшейтілген ұсақ құм	2100	1,62

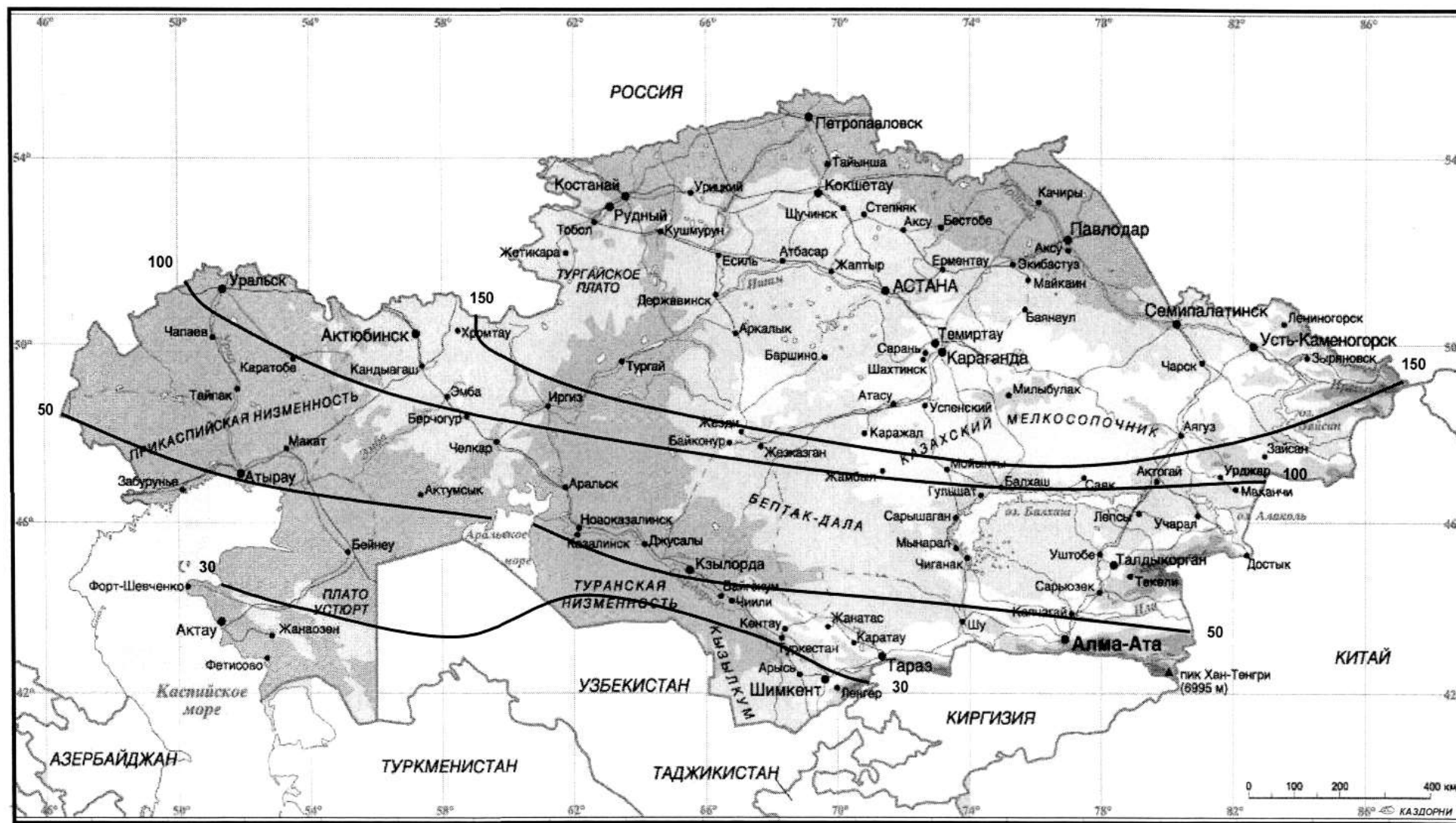
9-кесте – Түрлі жол-құрылыс материалдарынан жасалған конструктивті қабаттардың жылу-физикалық ерекшеліктері (жалғасы)

1	2	3
Цемент-топырақ құрамы: кұм - 75% (массасы), керамзит - 25%, цемент - 5%	1500-1600	0,58-0,70
Цементті топырақ құрамы: Құм 97-98%, полистирол түйіршіктері 3-2%, цемент 7- 6%	1300-1500	0,41-0,58
Битум-цемент-топырақ құрамы: Перлитты қиыршық тас 20-25%, құм 75-80%, цемент 3-4%, битум 12-10% (құм массасы, перлит және цемент)	1400	0,52-0,5
Цемент-құм құрамы: Құмайт немесе құм 70-80%, аглопорит 30-20%, цемент 6%	1700-1800	0,64-0,75
Шлак-бетон	1600	0,58
Керамзит-бетон	1400	0,75
Стиропор-бетон	1000-1100	0,23
Әкпен күшейтілген беріктігі аз әктастар	2000	1,16
6-12% цементпен күшейтілген балшық	1750-1900	1,45
2-5% цементпен және 6-2% әкпен күшейтілген балшық	1800-1900	1,33
8-10% цементпен күшейтілген балшық	1700-1900	1,51
Пенопласт	38,5-60	0,03-0,052
Пеноплэкс	38,5-50	0,03-0,032
6-8% цементпен күшейтілген тасты-көмірлі күлді-шлакты қоспа	1600	0,7
Жағуға арналған шлак	800	0,46
Граниттен жасалған қиыршық тас	1800	1,86
Әктсатан жасалған қиыршық тас	1600	1,39
Гравий	1800	1,86
Ірі еріген құм	2000	1,74
Соның өзі қатқан	2000	2,32
Ірілігі орташа еріген құм	1950	1,91
Соның өзі қатқан	1950	2,44
Ұсақ еріген құм	1850	1,91
Соның өзі қатқан	1850	2,32
Шанды еріген құм	1750	1,80
Соның өзі қатқан	1750	2,20
Құмайт еріген	2100	1,80
Соның өзі қатқан	2100	2,03
Құмайт пен балшық еріген	2000	1,62
Соның өзі қатқан	2000	1,97
Орман ағаштары еріген	1500	1,51
Соның өзі қатқан	1500	2,09
Тұтқыр битуммен өңделген бір қалыпты гранитты қиыршық тас	1850	1,28
Гравийлы-құмды қоспа	2000	2,10
10% цементпен күшейтілген гравийлы-құмды қоспа	2000	2,02



8-сурет – Конструкцияның суыққа төзімділігін есептеуге арналған номограмма:

1 – тұрақты материалдардан; 2 – жер жабуының топырағы; T_t – тоңдану тереңдігі



9-сурет – изосызық климаттық коэффициентінің α_o картасы



*10-сурет – Жер жабуының топырағының тондану тереңдігінің картасы
(Өзгерт.ред. – ҚТҮКШІК 14.06.2019 ж. №96-НҚ бұйрық)

10-кесте – Топырақтың тығыздық дәрежесіне тәуелді коэффициенті

Тығыздық коэффициенті $K_{тығ}^*$	$K_{пл}$ топырақ үшін	
	саз, жеңіл және шаңды құмайт, шаңды құм	Жеңіл құмайт, ірі, шаңды емес құм
1,03-1,00	0,8	1,0
1,01-0,98	1,0	1,0
0,97-0,95	1,2	1,1
0,94-0,90	1,3	1,2
<0,90	1,5	1,3

* $K_{тығ}$ тығыздық коэффициентінің мәні ҚР ЕЖ 3.03-101 24 кестесіне сай қабылданады

Қолданыстағы жол конструкциясының мүмкін болатын төсеудің бетін көтеру, яғни аязды иірудің деформациясы:

$$l_{нуч} = l_{нуч.ср} K_{УТВ} K_{пл} K_{ст} K_{нагр} K_{в}, \quad (26)$$

мұнда $l_{нуч.ср}$ - суықтан қорғаушы қабаттың қалыңдығы белгілі болғанда, 7 кесте және сызба (11 сурет) мәліметтері бойынша анықталатын орташа жағдайдағы есептік аяздан көтерілуі.

6.17 Есеп жүргізу үшін келесі мағлұматтар қажет: қарастырылып отырған жол аумағының географиялық орналасу жері; жол төсемінің конструкциясы, беріктік және дренаждау шарты бойынша, қажетті жылу оқшаулағыш қабатынсыз (атауы мен қабат қалыңдығы); жер жабуындағы жұмыс қабатының ылғалдану түрі және жол төсемінің төменгі жағындағы жер асты суларының орналасу тереңдігі; жер жабуының топырағының атауы.

Жылу оқшаулағыш қабаттың (h_n) қалыңдығын есептеу келесі ретпен жүргізіледі:

а) қарастырып отырған жол аймағынан өтетін изосызықтардың реттік санын карта бойынша анықтайды. Аймақтың изосызықтар арасында орналасу жағдайында, осы екі изосызықтардың реттік санын анықтайды.

б) Жол төсемінің жылу оқшаулағыш қабатынсыз қызуға қарсыласуын есептейді, $(m^2 \cdot K) / Bm$:

$$R_{од(о)} = \sum_{i=1}^{n_{од}} h_{од(i)} / \lambda_{од(i)}, \quad (27)$$

мұнда $n_{од}$ - жол төсемінің суықтан қорғаушы қабатынсыз конструктивті қабаттарының саны;

$h_{од(i)}$ - i қабатының қалыңдығы, м;

$\lambda_{од(i)}$ - бөлек қабаттардың қатып тұрған қалпындағы жылу өткізгіштік коэффициенті, Вт/(м·К).

есепке деректі өлшенген $\lambda_{од(i)}$ мағыналарын қосу керек. ондай мағыналар болмаған жағдайда есепке $\lambda_{од(i)}$ кестедегі (9 кесте) мағыналарды қосуға жол беріледі;

в) топырақтың иірілімділік көрсеткішінің мағынасын анықтайды C_{uip} (11 кесте). Орташа иірілімді топырақтарға: құмдақ құмайт, жеңіл құмдақ, құмайт, ауыр құмдақ

құмайт, балшық жатады. Өте иірілімді топырақтарға: шаңды құм, шаңды құмай, ауыр шаңды құмайт жатады. Аса иірілімді топырақтарға: құрамында құмды бөлшектері көлемінен 20 % кем шаңды құмайт, жеңіл шаңды құмайт жатады.

11-кесте – $C_{нуч}$ көрсеткішінің мәні

Топырақтарға арналған $C_{нуч}$ көрсеткішінің мәндері		
Орташа иірілімді	Өте иірілімді	Аса иірілімді
1,0	1,5	2,0

г) жол төсемінің салмағынан болатын қысымның және жол төсеуінің мұздаған қабаттарының топырағының иірілу мағынасына әсерін ескеретін C_p коэффициент мағынасын анықтайды. Бұл коэффициентті 12 кестеге сай жол төсемінің $h_{од}$ қалыңдығына байланысты және жер төсеуінің $h_{нр(дон)}$ мүмкін болатын тоңу тереңдігі бойынша, анықтайды.

Жол төсемінің қалыңдығы 12 кестеде көрсетілгеннен кем, немесе көп болған жағдайда, C_p мағынасын сәйкестендірілген интерполяция шамасы бойынша қабылдаған жөн.

Бастапқы C_p мағынасын, жер жабуының мүмкін болатын тоңу тереңдігіне сай келетін 0 ден 50 (100) см дейін қабылдау керек.

д) 13 кесте бойынша жол төсемінің қызмет мерзімін ескеретін $K_{од}$, және $K_{увл}$ жер жабуының жұмыс қабатының ылғалдану түрін ескеретін коэффициенттерінің мәнін анықтайды. $K_{увл}$ коэффициентінің мәнін жол III жолдық-климаттық аймағында орналасқан жағдайында, 10 %, және жол IV жолдық-климаттық аймағында орналасқан жағдайында 15 % кеміту қажет.

е) Номограмма арқылы (15 сурет) жол төсемінің $R_{од(тр)}$ талап етілген қызуға қарсыласуын орнатады. Ол үшін келесі операцияларды орындайды:

- $L_{дон}/(C_{нуч} \times C_p)$ өрнегінің мәнін есептейді;
- номограмма арқылы $h_{нр(дон)}$ мәні $L_{дон}/(C_{нуч} \times C_p)$ өрнегінің мәні, жер жабуының, жұмыс қабатының ылғалдану түріне және жол төсемінің төменгі жағындағы жер асты суларының орналасу тереңдігіне ($H_{гм}$) байланысты анықталады;
- $h_{нр(дон)}$ байланысты 12 кесте бойынша C_p мәнін айқындайды;
- қайтадан $L_{дон}/(C_{нуч} \times C_p)$ өрнегінің мәнін есептейді;
- жер жабуының жұмыс қабатының ылғалдану түріне және жол төсемінің төменгі жағындағы жер асты суларының орналасу тереңдігіне ($H_{г}$) және карта бойынша (14 сурет), қарастырылып отырған жол аумағынан өтетін изосызықтардың реттік санына қарай, номограмма арқылы (15 сурет), $L_{дон}/(C_{нуч} \times C_p)$ байланысты $R_{од(тр)} / (K_{од} \times K_{увл})$ өрнегінің мәнін орнатады.

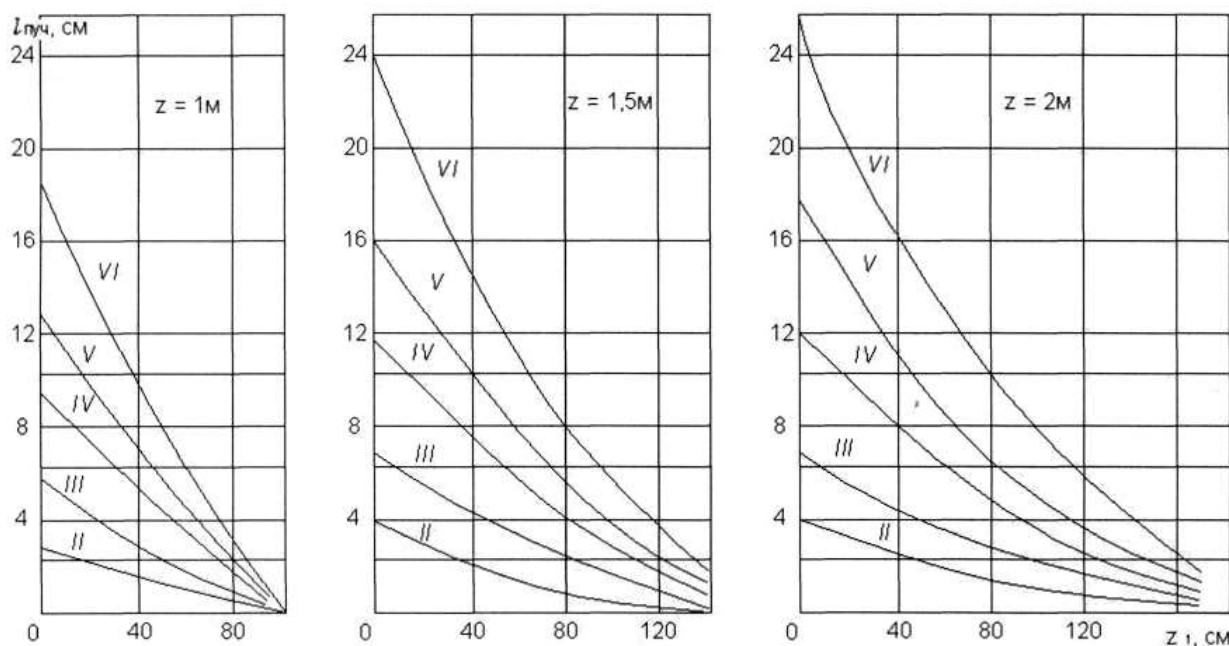
- $R_{од(тр)} / (K_{од} \times K_{увл})$ өрнегіне $K_{од}$ және $K_{увл}$ коэффициенттерінің мәнін енгізеді және ізделіп отырған $R_{од(тр)}$ шамасын есептеп шығарады.

Жол аумағындағы номограммада көрсетілгеннен ерекшеленетін жер асты суларының тереңдігінің $R_{од(тр)}$ екі мәнін анықтау қажет: бірі - номограммада $H_{г}$ мәні аумақтағы жер асты суының орналасу тереңдігінен көбірек, ал келесісі – номограммада $H_{г}$ -дан кем тереңдікте. Ізделіп отырған $R_{од(тр)}$ шамасын, сәйкестендірілген көлемдер

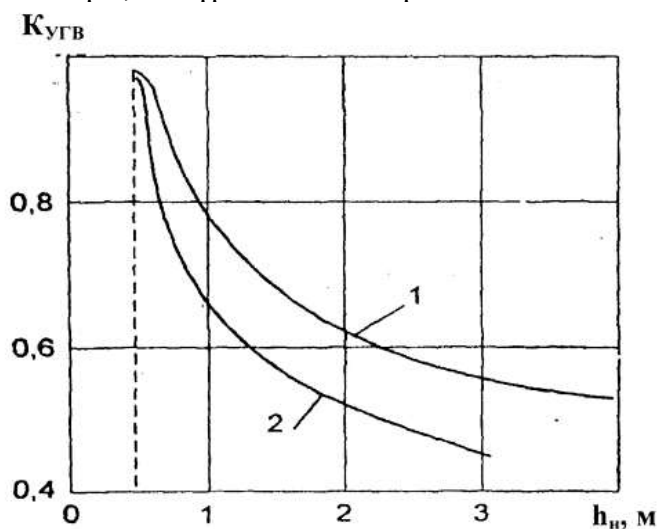
арасында, интерполяция әдісімен орнатады.

ж) Сызба (16 сурет) бойынша, $R_{od(o)}$ және $R_{od(mp)}$ байланысты пенопластқа қажетті қабат қалыңдығын h_n орнатады.

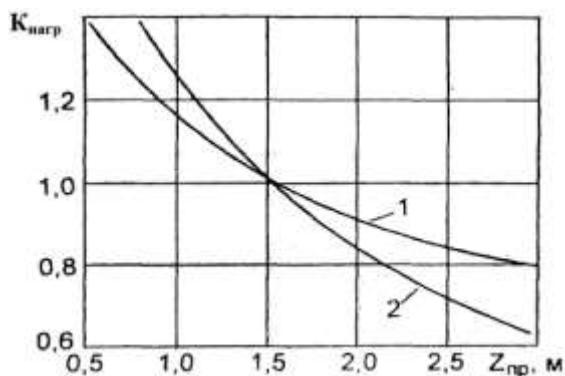
Картада (14 сурет), қарастырып отырған жол аумағы изосызықтар арасында орналасқан жағдайда, осы изосызықтарға сай келетін h_n екі мағынасын анықтайды, ізделіп отырған жылу оқшаулағыш қабаттың қалыңдығын интерполяция әдісімен қарастырылып, отырған аумақтан бір изосызыққа дейінгі ара-қашықтығына байланысты анықтайды.



11-сурет – суықтан қорғаушы қабаты құмнан болатын жол төсемінің талап етілген (суыққа төзімділікті қамтамасыз ету шарты бойынша) қалыңдығын анықтауға арналған номограмма: II-VI – топырақ топтарының иірілімділік дәрежесіне байланысты қисық сызықтары; Z_1 -тұрақты қабаттардың талап етілген қалыңдығы.



12-сурет – Жол төсемінің төменгі жағынан есепті жер асты кенінің орналасу тереңдігіне дейінгі h_n ара-қашықтығына байланысты $K_{угв}$ коэффициентінің өзгеруі: 1 – ауыр және шанды құмайт, балшық, саз; 2 – құм, құмайт



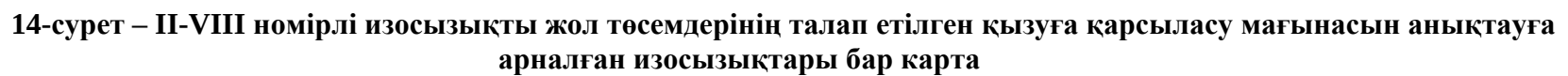
13-сурет – Жол жабуының жоғарғы бетінің $Z_{гр}$ тоңу тереңдігінен $K_{нагр}$ коэффициентінің тәуелділігі: 1 – ауыр және шанды құмайт, балшық, саз; 2 – құм, құмайт

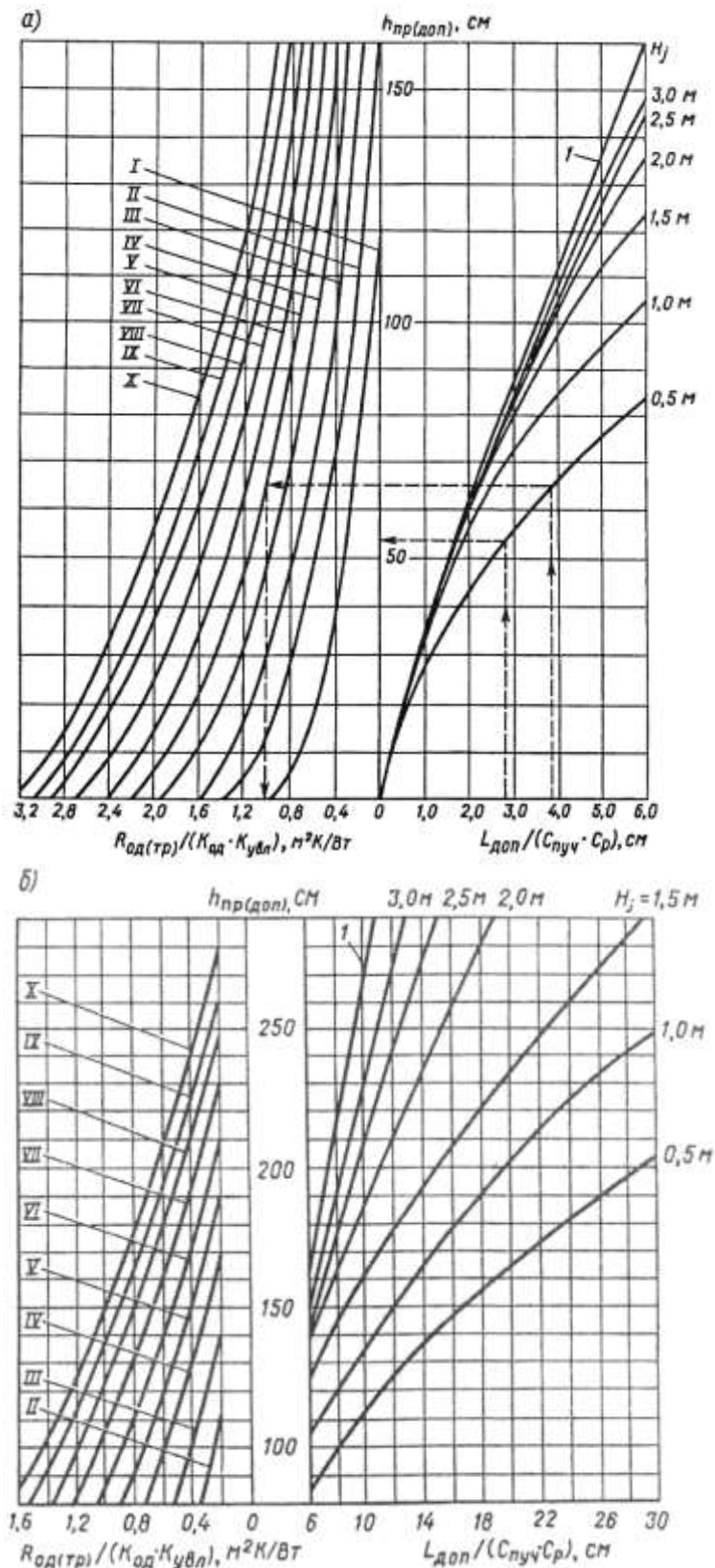
12 кесте – C_p коэффициентінің мәні

Топырақ	Жол төсемінің қалыңдығына ($h_{од}$, м) байланысты C_p коэффициентінің мәні және жер жабуының мүмкін болатын тоңу тереңдігі ($h_{гр(дон)}$, см)								
	$h_{од} = 0,5$			$h_{од} = 1,0$		$h_{од} = 1,5$		$h_{од} = 2,0$	
	$h_{гр(дон)}$			$h_{гр(дон)}$		$h_{гр(дон)}$		$h_{гр(дон)}$	
	0-50	51-100	>100	0-100	>100	0-100	>100	0-100	>100
Шанды құм	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,40	0,40	0,35
Құмды құмайт	0,70	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45
Шанды құмайт	0,75	0,70	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50
Жеңіл құмды құмайт, жеңіл шанды құмайт	0,80	0,75	0,70	0,70	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55
Ауыр құмды құмайт, ауыр шанды құмайт, балшық	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,65	0,65	0,60

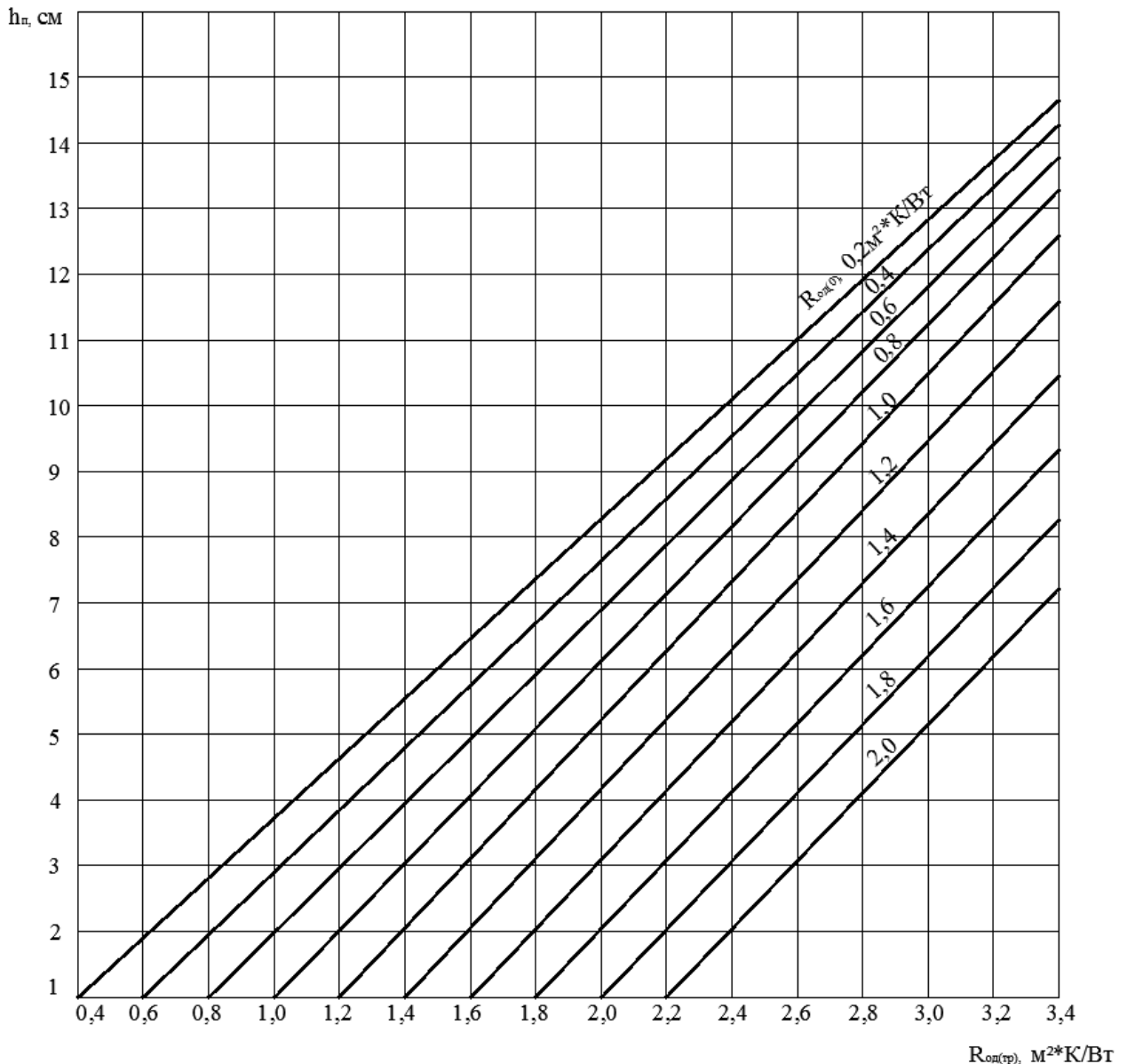
13-кесте – $K_{од}$ және $K_{увл}$ коэффициенттерінің мәні

Картадағы изосызық тардың реттік саны (14 Сурет)	Жол төсемінің күрделі жөндеу аралығындағы қызмет мерзімі төмендегіше болған жағдайындағы $K_{од}$ коэффициентінің мәні			Жер жабуының жұмысшы қабатының ылғалдану түрі төмендегіше болған жағдайындағы $K_{увл}$ коэффициентінің мәні	
	менее 10 лет	10 лет	20 лет	1 ылғалдану түрі	2 және 3 ылғалдану түрлері
II	0,70	0,85	1,0	0,65	1,0
III	0,80	0,90	1,0	0,55	1,0
IV	0,80	0,90	1,0	0,45	1,0
V	0,80	0,90	1,0	0,40	1,0
VI	0,80	0,90	1,0	0,35	1,0
VII	0,80	0,90	1,0	0,30	1,0
VIII	0,80	0,90	1,0	0,30	1,0
IX	0,80	0,90	1,0	0,25	1,0





15-сурет – $R_{\text{од(тр)}}$ жол төсемінің талап етілген қызуға қарсыласуын анықтауға арналған номограмма: а) мағынасы $L_{\text{доп}} / (C_{\text{пуч}} \times C_r)$ от 0 до 6 см болған жағдайда; б) мағынасы $L_{\text{доп}} / (C_{\text{пуч}} \times C_r)$ от 6 до 30 см болған жағдайда; I – X- карта бойынша изосызықтардың нөмірлері (14 Сурет); 1 – жер жабуының жұмыс қабатының ылғалдану 1 және 2 түрін есептеуге арналған қисық сызық



16-сурет – STYROFOAM пенопластына қажетті қабат қалыңдығын анықтауға арналған график: $R_{0d(пр)}$ – жол төсемінің талап етілген қызуға қарсыласуы; $R_{0d(о)}$ – жол төсемінің пенопласт қабатынсыз қызуға қарсыласуы

7 ЖОЛ ТӨСЕМДЕРІН КҮШЕЙТУДІ ЖОБАЛАУ

7.1 Жол төсемдерін күшейтуге қажеттілігін автомобиль жолдарын ҚР Р 218-15 және ҚР Р 218-05 сай диагностикалау нәтижелерімен негізделеді.

Күшейту қажет егер де:

- беріктіктің жеткіліксіз екендігін көрсететін, жол төсемінің жабуында деформациялар болса, ал олардың саны аудан бойынша шекті мәндерден асса:
- күрделі үлгідегі төсемдерде 10% дейін;
- жеңілдетілген үлгідегі төсемдерде 15% дейін;
- ауыспалы үлгідегі төсемдерде 40% дейін;

– жол төсемінің беріктік коэффициенті, серпімді иілуі бойынша, талап етілген мәндерден төмен болса, егерде $E_p = E_\phi$; E_ϕ төмен болған жағдайда орындалмайды, мұнда E_ϕ - нақты сынақтар нәтижелерінде алынған, нақты тапсырылған серпіліс модулі, Мпа.

7.2 Күшейтілетін қабаттарды конструкциялау ҚР ЕЖ 3.03-101 келтірілген нұсқауларын ескере отырып орындалады.

7.3 Жол төсемінің күшейтілетін қабаттарының қалыңдығы, 4.8 бөлімде келтірілгеннен кем болмау тиіс.

7.4 Егер, жол төсемінің серпімділік модулі жөнінде нақты деректер болса, онда күшейтілетін қабат қалыңдықтарын барлық конструкцияның серпімді иілу есебі негізінде, жаңа қабаттардың иілу кезіндегі созылуын тексерумен бірге тағайындау ұсынылады.

Егер серпімділік модулі жөнінде нақты деректер болмаса, онда күшейтілетін қабаттарды жобалауға жол төсемінің барлық конструктивті қабаттарын өлшеу нәтижелеріне қарай, күшейтілген ол төсемінің барлық конструкциясының үш белгісі бойынша жүргізетін есеп бойынша рұқсат етіледі. Бұл жағдайда, жер жабуы мен қолданыстағы төсемнің материалдарының есептік ерекшеліктерін тағайындап алған маңызды.

7.5 Жол төсемінің күшейтілетін конструкциясын таңдау техникалық-экономикалық нұсқаларды талдау негізінде орындалу қажет.

7.6 Қатты емес жол төсемдерін қалпына келтіру немесе күрделі жөндеуден өткізу жағдайында, мыналар қажет:

- жол төсемінің конструктивті қабаттарының жағдайларына зерттеу жүргізу;
- зерттеу нәтижесінің мәліметтері негізінде, жол төсемінің конструктивті қабатының материалдарын сақтау, жарым-жартылай немесе толық жою жөнінде шешім қабылдау керек.

7.7 Ескі жол төсемін сақтап немесе пайдаланып жөндеуден өтетін аумақтарда, жобалауды, қолданыстағы жол төсемінің конструкциясының дәл мағлұматтары негізінде, оның конструктивті қабаттарының жағдайы мен осы қабаттардың өз функциясын орындай алу қабілеттіліктерін бағалау арқылы жүргізеді. Бастапқы мағлұматтар алу үшін қолданыстағы жол төсемі мен жер жабуының жұмыс қабатын кешенді жұмыстарды орындау арқылы зерттеу керек, сондай-ақ қажетті мағлұматтар алуға қажетті георадарлы, бұрғылау және басқа да тексеру жұмыстары орындалады.

7.8 Жобалық шешімді әзірлеу кезінде келесі сұрақтар қаралу қажет:

- қолданыстағы жол төсемін пайдаланудың мақсаттылықтары немесе оның жеке конструктивті қабаттарын алдын-ала бұзбау;
- конструктивті қабаттардың материалдарын қайта өңделіп болғаннан кейін пайдаланудың мақсаттылықтары;
- қолданыстағы жол төсемінің конструкциясын күшейтудің қажеттілігі;
- қолданыстағы жол төсемінің конструкциясының суыққа төзімділігін арттырудың қажеттілігі;
- қолданыстағы жол төсемінің дренаждау қасиетін жетілдірудің қажеттілігі;
- жол жиегінің бекінісінің конструкциясын өзгерту қажеттіліктері;
- қолданыстағы жол төсемінің конструкциясын кеңейту қажеттіліктері және кеңейту тәсілдерін талдау.

А ҚОСЫМШАСЫ
(міндетті)
Есептік күштер

1 есептік күштердің тобы бойынша есептік параметрлері А.1 кестесінде көрсетілген

А.1-кестесі – Күштердің есептік мәндері

Есептік күштің тобы	Өске нормативті статикалық күш, кН	Автомобиль дөңгелегінен жол төсеміне тарайтын нормативті күш, кН		Күштердің есептік мәндері	
		Қозғалмаған $Q_{расч.}$	Қозғалыстағы $Q_{расч.}$	Дөңгелектің төсемге орташа есептік үлесті қысымы Р, МПа	Автомобиль дөңгелегінің ізінің есептік диаметрі D, см
A ₁	100	50	65	0,60	37/33
A ₂	130	65	84,5	0,60	42/37
Ескертпе – 1 Сызық үсті – қозғалыстағы дөңгелек үшін, сызық асты – қозғалмаған үшін.					

2 А.2 кестесінде $S_{m,сум}$ түрлі есептік күштерге келтірілетін жиынтық коэффициентінің мәні ұсынылған.

3 $S_{m,сум}$ келтірілетін жиынтық коэффициенті келесі формула арқылы анықталады:

$$S_{m,сум} = \sum_1^n S_n, \quad (A.1)$$

мұндағы n – есептік күшке келтірілген белгілі көлік құралының өстер саны;

S_n - әр көлік құралының n өсінен түсетін динамикалық күшті, есептік динамикалық күшке келтіру коэффициенті.

4 Келтірілетін күштің S_n коэффициентін келесі формула арқылы анықтайды:

$$S_n = \left(\frac{Q_{\partial n}}{Q_{\partial расч}} \right)^{\beta}, \quad (A.2)$$

мұнда $Q_{\partial n}$ және $Q_{\partial расч}$ - дөңгелектен жабуға түсетін номиналды және есептік динамикалық күштер, кН;

β -дәреже көрсеткіші, келесідей қабылданады:

4,4 – күрделі жол төсемдері үшін;

3,0 - жеңілдетілген жол төсемдері үшін;

2,0 – ауыспалы жер төсемдері үшін.

Көп дөңгелекті арнайыланған көлік құралдары үшін жол төсемін жобалау кезінде, сондай - ақ қолданыстағы жолда осындай көлік құралдарының дара жол жүру мүмкіндіктерін анықтау кезінде, есептік ретінде, ең үлкен номиналды динамикалық $Q_{дп}$ күшін р және D_э мәндерімен қабылдайды. Номиналды $Q_{дп}$ күшін, бір –бірінен 2,5 м кем қашықтықта орналасқан дөңгелектердің өсі мен көрші өстерінің әсерін ескере отырып анықтайды.

А.2-кестесі — Түрлі көлік құралдары үшін $S_{\text{сум}}$ келтірілетін жалпы коэффициенттер мәні

Көлік құралының маркасы	Жүк көтергіштігі, т	Алдыңғы дөңгелектен жабуға түсетін күш, кН		Артқы дөңгелектен жабуға түсетін күш, кН		Үш өсті автомобильдің артқы арбасы өсі арасындағы арақашықтық α , м	Нормаланған есептік күшке келтіруге арналған жиынтық коэффициенті, $S_{\text{сум}}$		
		Қозғалмаған	Қозғалыстағы	Қозғалмаған	Қозғалыстағы		A ₁	A ₂	A ₃
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Жүк автомобильдері									
Зил 130 Б	5,2	12,9	16,7	34,8	45,2	-	0,20	0,13	0,06
Зил 130-76 Б	6,2	13,1	17,1	39,5	51,4	-	0,36	0,23	0,11
Зил 130Г-76 Б	6,5	14,2	18,5	39,7	51,5	-	0,36	0,24	0,11
Зил 130ГУ-76 Б	6,2	17	22,1	39,1	50,8	-	0,35	0,23	0,11
Зил 131 Б стент	5,2	17,5	22,8	21,1	27,4	1,25	0,09	0,06	0,03
Зил 133Г1 Б	8,3	20,9	27,1	27,5	35,8	1,4	0,24	0,16	0,08
Зил 133Г2 Б	10	18,4	23,9	33,8	43,9	1,4	0,56	0,37	0,18
Зил 133Г4 Б	10	21,9	28,4	33,3	43,3	1,4	0,54	0,36	0,17
Зил 133ГЯ Б	10	22,3	29	33,4	43,5	1,4	0,55	0,36	0,17
Зил 157КД Б	3,2	12,4	16,1	14,3	18,6	1,12	0,02	0,01	0,01
Зил 431410 Б	6,2	12,6	16,3	39,5	51,3	-	0,35	0,23	0,11
Зил 431510 Б	6,2	14,3	18,5	39,7	51,5	-	0,36	0,24	0,11
Зил 431610 Б	5,7	11,1	14,4	39,8	51,7	-	0,37	0,24	0,12
Зил 431810 Б	6,2	13,9	18,1	39,7	51,6	-	0,37	0,24	0,12
Зил 432900 Б	6,5	15	19,5	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 432910 Б	6,4	15	19,5	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 433100 Б	6,2	18,63	24,21	40,00	52,00	-	0,39	0,25	0,12
Зил 433110 Б	6,7	20	26	40	52	-	0,39	0,26	0,12

А.2-кестесі — Түрлі көлік құралдары үшін $S_{\text{тсум}}$ келтірілетін жалпы коэффициенттер мәні (жалғасы)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зил 433300 Б	6,5	18,63	24,21	40,00	52,00	-	0,39	0,25	0,12
Зил 433360 Б	6,5	15	19,5	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 433410 Б	4,1	20,2	26,3	17,8	23,2	1,25	0,06	0,04	0,02
Зил 433420 Б	4,1	20,2	26,26	17,8	23,13	1,25	0,06	0,04	0,02
Зил 433510 Б	6,7	17,9	23,2	40	52	-	0,39	0,25	0,12
КАМАЗ-4310	6,4	24,7	32	24,5	31,8	1,32	0,19	0,12	0,06
КАМАЗ-43101	6,4	25,2	32,7	24,5	31,8	1,32	0,19	0,13	0,06
КАМАЗ-43105	7,4	26,2	34	26	33,8	1,32	0,24	0,16	0,08
КАМАЗ-43106	7,4	26,2	34	26	33,8	1,32	0,24	0,16	0,08
КАМАЗ-43114	6,4	26,9	35	26	33,8	1,32	0,25	0,16	0,08
КАМАЗ-4325	6,5	22,5	29,3	41	53,3	-	0,45	0,29	0,14
КАМАЗ-4326	4,3	28	36,4	30	39	-	0,18	0,12	0,06
КАМАЗ-4425	7,3	22,5	29,3	41	53,3	-	0,45	0,29	0,14
КАМАЗ-5315	8,4	30	39	50	65	-	1,11	0,72	0,35
КАМАЗ-5320	8,2	21,9	28,4	27,3	35,5	1,32	0,26	0,17	0,08
КАМАЗ-53202	8,2	21,5	28	28,3	36,7	1,32	0,29	0,19	0,09
КАМАЗ-53208	7,7	22,5	29,3	28,8	37,4	1,32	0,32	0,21	0,10
КАМАЗ-53212	11	22,5	29,3	36,3	47,1	1,32	0,83	0,54	0,26
КАМАЗ-53218	10	22,5	29,3	36,3	47,1	1,32	0,83	0,54	0,26
КАМАЗ-53229-40	11	30	39	65	84,5	-	3,28	2,14	1,03
КРАЗ-255Б1	7,7	27,2	35,4	34,9	45,4	1,4	0,71	0,46	0,22
КРАЗ-257Б1	12	22,5	29,3	45	58,5	1,4	1,97	1,30	0,62
КРАЗ-260-010	9,2	32,2	41,9	37,6	48,9	1,4	1,02	0,67	0,32

А.2-кестесі — Түрлі көлік құралдары үшін $S_{\text{сум}}$ келтірілетін жалпы коэффициенттер мәні (жалғасы)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
КРА3-5131BE	5,4	36,5	47,5	45,2	58,7	-	0,89	0,58	0,28
КРА3-5133B2	9,2	32,5	42,3	57,5	74,8	-	2,00	1,31	0,63
КРА3-6322-016	9,2	32,1	41,8	38,3	49,7	1,4	1,09	0,72	0,34
КРА3-65053-040	17	30	39	55	71,5	1,4	4,80	3,16	1,51
МА3-5335	8,2	24,8	32,2	50	65	-	1,05	0,68	0,33
МА3-53352	8,6	30	39	50	65	-	1,11	0,72	0,35
МА3-53362	8,4	31,9	41,5	50	65	-	1,14	0,74	0,36
МА3-53363	8,4	31,9	41,5	50	65	-	1,14	0,74	0,36
МА3-53366	-	32,5	42,3	50	65	-	1,15	0,75	0,36
МА3-53371	8,9	30	39	50	65	-	1,11	0,72	0,35
МА3-53371-031	8,7	30	39	50	65	-	1,11	0,72	0,35
МА3-6303-020	-	31,9	41,5	45,3	58,9	1,4	2,14	1,41	0,67
МА3-63031	-	31,9	41,5	42,8	55,6	1,4	1,69	1,11	0,53
УРАЛ-375Д	5,2	19	24,7	23,1	30	1,4	0,12	0,08	0,04
УРАЛ-375Н	7,2	17,6	22,9	26,9	35	1,4	0,21	0,14	0,07
УРАЛ-377Н	7,7	19,8	25,7	27,5	35,8	1,4	0,24	0,16	0,08
УРАЛ-4320	5,2	21,5	28	22,4	29,1	1,4	0,11	0,07	0,04
УРАЛ-4320-01	5,5	21,4	27,8	47,4	61,6	1,4	2,46	1,62	0,78
УРАЛ-4320-0911	-	25,8	33,5	39,1	50,8	1,4	1,10	0,72	0,35
УРАЛ-4320-31	-	24	31,2	26,3	34,1	1,4	0,22	0,15	0,07
УРАЛ-43202-01	7,2	21,7	28,2	27,1	35,2	1,4	0,23	0,15	0,07
УРАЛ-43202-10-0351	-	22,3	29	29,6	38,4	1,4	0,33	0,22	0,11
УРАЛ-43223	-	23,4	30,4	25,5	33,1	1,4	0,19	0,13	0,06

А.2-кестесі — Түрлі көлік құралдары үшін $S_{\text{тсум}}$ келтірілетін жалпы коэффициенттер мәні (жалғасы)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УРАЛ-5323Я	-	24,7	32,1	26,4	34,3	1,4	0,32	0,21	0,10
Scoda-Liaz 18.33 PV	-	33,5	43,6	57,5	74,8	-	2,02	1,32	0,64
Tatra 815-200V51 19 225	9,5	37,5	48,8	57,5	74,8	-	2,13	1,39	0,67
Tatra 815-2D V51 19 252	9,5	37,5	48,8	57,5	74,8	-	2,13	1,39	0,67
Mercedes "М-В" 1838	-	35	45,5	55	71,5	-	1,73	1,13	0,55
Mercedes "М-В" 2038	-	35	45,5	65	84,5	-	3,38	2,21	1,07
Mercedes "М-В" 2053	-	35	45,5	65	84,5	-	3,38	2,21	1,07
Mercedes "М-В" 2627	-	35	45,5	47,5	61,8	1,35	2,77	1,82	0,87
Mercedes "М-В" 2644	-	35	45,5	47,5	61,8	1,35	2,77	1,82	0,87
Mercedes "М-В" 2653	-	30	39	47,5	61,8	1,35	2,67	1,75	0,84
IVECO Euro Tech MP190E42P	-	40	52	65	84,5	-	3,55	2,32	1,12
IVECO Euro Trakher MP 380E42H	-	45	58,5	75	97,5	1,38	19,30	12,69	6,08
Ұзартылған жүк тартқыш									
Зил 130В1-76 СТ	6,6	12,4	16,2	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 131НВ СТ	4,2	16,2	21	17,2	22,3	1,25	0,04	0,03	0,01
Зил-В 43318 СТ	6,5	20	26	41	53,3	-	0,44	0,28	0,14

А.2-кестесі — Түрлі көлік құралдары үшін $S_{\text{тсум}}$ келтірілетін жалпы коэффициенттер мәні (жалғасы)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зил 433186 СТ	6,2	17,9	23,3	40	52	-	0,39	0,25	0,12
Зил 43330А СТ	6,4	15	19,5	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 441610 СТ	5,8	13,2	17,2	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 441260 СТ	7,2	12,7	16,4	40,5	52,7	-	0,40	0,26	0,13
Зил-В 44218 СТ	6,7	20	26	39,7	51,5	-	0,38	0,25	0,12
Зил-442300 СТ	6	16,3	21,1	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил- В44231 СТ	6,4	17,5	22,8	40,9	53,1	-	0,42	0,28	0,13
Зил-443110 СТ	7,1	19,9	25,9	17,5	22,8	1,25	0,05	0,03	0,02
Зил-541600 СТ	-	20,2	26,3	32	41,5	1,4	0,45	0,30	0,14
КРАЗ-64431-82	17	27,5	35,8	53	68,9	1,4	4,06	2,67	1,28
КРАЗ-6444	14	27,5	35,8	45	58,5	1,4	2,01	1,32	0,64
КРАЗ-6446	10	29,9	38,8	38	49,3	1,4	1,02	0,67	0,32
МАЗ-5429	8	22,6	29,4	50	65	-	1,03	0,67	0,32
МАЗ-54326	9	30	39	50	65	-	1,11	0,72	0,35
МАЗ-54331-020	8,7	25,5	33,2	50	65	-	1,05	0,69	0,33
МАЗ-64221	15	31,9	41,5	45,3	58,9	1,4	2,14	1,41	0,67
МАЗ-64224	15	31,9	41,5	45,3	58,9	1,4	2,14	1,41	0,67
МАЗ-64226	15	30	39	45	58,5	1,4	2,05	1,35	0,65
МАЗ-64229-027	15	30	39	45	58,5	1,4	2,05	1,35	0,65
МАЗ-537	27	44,8	58,2	78,5	102	1,7	19,55	12,85	6,16
УРАЛ-375С-К1	5,7	20,4	26,5	22,8	29,6	1,4	0,12	0,08	0,04
УРАЛ-375СН	7,6	19,6	25,4	27,4	35,7	1,4	0,24	0,16	0,07
УРАЛ-377СН	7,7	17,8	23,1	27,5	35,8	1,4	0,23	0,15	0,07
УРАЛ-4420-01	5,8	22,2	28,9	22,8	29,7	1,4	0,13	0,08	0,04

А.2-кестесі — Түрлі көлік құралдары үшін $S_{\text{сум}}$ келтірілетін жалпы коэффициенттер мәні (жалғасы)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DAF FT 85	14	35,5	46,2	63	81,9	-	2,99	1,95	0,94
DAF FTG 85	18	35,5	46,2	45	58,5	1,32	2,29	1,51	0,72
DAF FTT 85	19	35,5	46,2	49,8	64,7	1,4	3,24	2,13	1,02
DAF FT 95	13	35,5	46,2	63	81,9	-	2,99	1,95	0,94
DAF FT 95.500V	13	37,5	48,8	65	84,5	-	3,45	2,26	1,09
DAF FTR 95	18	35,5	46,2	46,5	60,5	1,4	2,47	1,62	0,78
DAF FTS 95	19	35,5	46,2	49,5	64,4	1,4	3,18	2,09	1,00
DAF FTT 95	20	35,5	46,2	52,5	68,3	1,4	4,05	2,66	1,28
DAF FT 95 XF	13	35,5	46,2	63	81,9	1,4	2,99	1,95	0,94
DAF FT 95 XF530	13	35,5	46,2	63	81,9	1,4	2,99	1,95	0,94
DAF FTG 95 XF	18	35,5	46,2	45	58,5	1,32	2,29	1,51	0,72
DAF FTR 95 XF	18	35,5	46,2	46,5	60,5	1,4	2,47	1,62	0,78
DAF FTS 95 XF	19	35,5	46,2	49,5	64,4	1,4	3,18	2,09	1,00
MAN F-2000 19.373	13	35,5	46,2	65	84,5	-	3,39	2,22	1,07
MAN F-2000 19.372	13	35,5	46,2	65	84,5	-	3,39	2,22	1,07
MAN F-2000 33.403	24	37,5	48,8	32,5	42,3	1,4	0,75	0,49	0,24
MAN F-2000 33.372	24	35,5	46,2	32,5	42,3	1,4	0,69	0,45	0,22
MAN ÖAF 40.502	28	45	58,5	40	52	1,4	1,79	1,17	0,56
Scoda-Liaz 18.33TBV	-	33,5	43,6	57,5	74,8	-	2,02	1,32	0,64
Scoda-Liaz 18.29 TB	11	33,5	43,6	57,5	74,8	-	2,02	1,32	0,64

А.2-кестесі — Түрлі көлік құралдары үшін $S_{\text{теу}} \text{ келтірілетін жалпы коэффициенттер мәні (жалғасы)}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Scoda-Liaz 19.41TBV	-	33,5	43,6	57,5	74,8	-	2,02	1,32	0,64
Tatra 815-24BN01 28 270	16	37,5	48,8	46,3	60,1	1,32	2,62	1,72	0,82
Tatra 815-24EN34 36 270	25	40	52	71,5	93	1,45	14,71	9,67	4,64
Tatra 815-260 N 12 28 255	19	37,5	48,8	52,5	68,3	1,32	4,36	2,86	1,37
Шасси									
Зил 133Г42 Ш	11	21,9	28,4	33,3	43,3	1,4	0,54	0,36	0,17
Зил 432902 Ш	-	15	19,5	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 433102 Ш	-	20	26	40	52	-	0,39	0,26	0,12
Зил 433104 Ш	6,7	20	26	40	52	-	0,39	0,26	0,12
Зил 433302 Ш	6,8	17,88	23,24	40,00	52,00	-	0,39	0,25	0,12
Зил 433422 Ш	4,8	20,2	26,26	17,8	23,13	1,25	0,06	0,04	0,02
КАМАЗ-43261	5,4	28	36,4	30	39	-	0,18	0,12	0,06
КАМАЗ-53211	12	22,5	29,3	36,3	47,1	1,32	0,83	0,54	0,26
КАМАЗ-53213	11	22,5	29,3	34,3	44,6	1,32	0,66	0,43	0,21
КАМАЗ-53229-40	17	30	39	45	58,5	1,32	2,17	1,43	0,69
КАМАЗ-55111	16	27,5	35,8	41,3	53,6	1,32	1,48	0,97	0,47
КАМАЗ-6540	20	55	71,5	42,5	55,3	1,32	3,13	2,06	0,99
КРАЗ-260Г-010	10	31,8	41,3	37,5	48,8	1,4	1,01	0,66	0,32
КРАЗ-5131HE	5,8	35,7	46,4	40	52	-	0,60	0,39	0,19
КРАЗ-6322-150	10	32,2	41,8	37,9	49,3	1,4	1,06	0,70	0,33
КРАЗ-63221-016	10	32,2	41,8	37,9	49,3	1,4	1,06	0,70	0,33
КРАЗ-64374	13	36,2	47,1	50,9	66,1	1,4	3,58	2,35	1,13

А.2-кестесі — Түрлі көлік құралдары үшін $S_{\text{сум}}$ келтірілетін жалпы коэффициенттер мәні (жалғасы)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
КРА3-65053-300	19	30	39	55	71,5	1,4	4,80	3,16	1,51
КРА3-65053-400	19	30	39	55	71,5	1,4	4,80	3,16	1,51
КРА3-65101-100	17	30	39	50	65	1,4	3,19	2,10	1,01
КРА3-65101-200	17	30	39	50	65	1,4	3,19	2,10	1,01
УРАЛ-4320-1911	5,8	21,8	28,3	45,6	59,3	1,4	2,08	1,37	0,66
УРАЛ-5557	8,9	21,5	28	30	39	1,4	0,35	0,23	0,11
DAF-FA 85	13	35,5	46,2	63	81,9	-	2,99	1,95	0,94
DAF FAR 85	19	35,5	46,2	47	61,1	1,4	2,57	1,69	0,81
DAF FAS 85	19	35,5	46,2	49,5	64,4	1,4	3,18	2,09	1,00
DAF FAT 85	20	35,5	46,2	52,5	68,3	1,4	4,05	2,66	1,28
DAF FA 95	13	35,5	46,2	63	81,9	-	2,99	1,95	0,94
DAF FAR 95	18	35,5	46,2	46,5	60,5	1,4	2,47	1,62	0,78
DAF FAS 95	18	35,5	46,2	47,3	61,4	1,4	2,63	1,73	0,83
DAF FAT 95	19	35,5	46,2	49,8	64,7	1,4	3,24	2,13	1,02
DAF FA 95 XF	13	35,5	46,2	63	81,9	-	2,99	1,95	0,94
DAF FA 95 XF530	13	35,5	46,2	63	81,9	-	2,99	1,95	0,94
DAF FAR 95 XF	18	35,5	46,2	47,3	61,4	1,4	2,63	1,73	0,83
DAF FAR 95 XF.530	18	35,5	46,2	47,3	61,4	1,4	2,63	1,73	0,83
DAF FAS 95 XF	18	35,5	46,2	47,3	61,4	1,4	2,63	1,73	0,83
DAF FAS 95 XF.530	18	35,5	46,2	47,3	61,4	1,4	2,63	1,73	0,83
IVECO Euro Tech MP440E42T/PP	11	32,5	42,3	57,5	74,8	-	2,00	1,31	0,63
MAN F-2000 19.423	13	35,5	46,2	65	84,5	-	3,39	2,22	1,07

А.2-кестесі — Түрлі көлік құралдары үшін $S_{\text{сум}}$ келтірілетін жалпы коэффициенттер мәні (жалғасы)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Renault Manager GT-270.16	9,9	31	40,3	53,9	70	-	1,51	0,99	0,48
Renault Manager GT-340ti.18	12	35,5	46,2	57,5	74,8	-	2,07	1,35	0,65
Renault Manager G-300.26 6x2	18	37,5	48,8	47,5	61,8	1,4	2,75	1,81	0,87
Renault Manager G-300.26 6x4	18	33,3	43,2	52,5	68,3	1,35	4,15	2,73	1,31
Renault Maxter G-270ti.19/20	13	37,5	48,8	65	84,5	-	3,45	2,26	1,09
Renault Maxter G-340.34	25	37,5	48,8	66,3	86,1	1,35	11,36	7,47	3,58
Renault Maxter G-340ti.40	38	37,5	48,8	62,5	81,3	1,35	9,48	6,23	2,99
Renault Major R340ti.19/20	13	35	45,5	65	84,5	-	3,38	2,21	1,07
Renault Major R385 26S/J	17	32,5	42,3	52,5	68,3	1,35	4,13	2,72	1,30
Renault Magnum AE 430 ti26 S	17	37,5	48,8	47,5	61,8	1,39	2,77	1,82	0,87
Renault Premium 260.18	12	35,5	46,2	57,5	74,8	-	2,07	1,35	0,65
Renault Premium 300.26	19	40	52	47,5	61,8	1,38	2,89	1,90	0,91
Renault Premium 340.26S	18	40	52	47,5	61,8	1,38	2,89	1,90	0,91
Scania R124/R124	22	40	52	52,5	68,3	1,35	4,35	2,86	1,37
Scania R144 class G	-	45	58,5	75	97,5	1,36	21,05	13,84	6,64
Scoda-Liaz 24.23KYB	-	33,5	43,6	40	52	1,3	1,42	0,93	0,45

А.2-кестесі — Түрлі көлік құралдары үшін $S_{\text{сум}}$ келтірілетін жалпы коэффициенттер мәні (жалғасы)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Scoda-Liaz 24.33 PZV	-	33,5	43,6	45	58,5	1,35	2,19	1,44	0,69
Scoda-Liaz 24.33PY	-	43,6	56,6	45	58,5	1,35	2,56	1,69	0,81
Tatra 815-2 PR 40 19 170	12	40	52	55	71,5	-	1,90	1,24	0,60
Tatra 815-2 PR 41 19 170	12	40	52	55	71,5	-	1,90	1,24	0,60
Tatra 815-2 PR 3 28 210	19	32	41,6	55,3	71,8	1,32	5,24	3,45	1,65
Volvo FH 12 6x2	21	40	52	52,5	68,3	1,37	4,31	2,83	1,36
Volvo FH 16 6x2	20	40	52	52,5	68,3	1,38	4,27	2,81	1,35
Volvo FH 16 6x2	17	40	52	52,5	68,3	1,37	4,31	2,83	1,36
Volvo FH 16 6x4	20	40	52	52,5	68,3	1,38	4,28	2,81	1,35
FH 16 6x4	25	40	52	50	65	1,37	3,54	2,32	1,11
Тартқыштар									
УРАЛ-43204-10	-	23	29,9	28,5	37	1,4	0,29	0,19	0,09
IVECO Euro Tech MP440E42T	11	32,5	42,3	57,5	74,8	-	2,00	1,31	0,63
IVECO Euro Tech MP440E42T/P	11	32,5	42,3	57,5	74,8	-	2,00	1,31	0,63
IVECO Euro Star LD440E5T/P	-	40	52	57,5	74,8	-	2,00	1,31	0,63
IVECO Euro Trakher MP 440E42HT	-	42,5	55,3	52,5	68,3	1,38	4,38	2,88	1,38
IVECO Euro Trakher MP 720E37HT	-	45	58,5	75	97,5	1,38	19,30	12,69	6,08

А.2-кестесі — Түрлі көлік құралдары үшін $S_{\text{тсум}}$ келтірілетін жалпы коэффициенттер мәні (жалғасы)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Renault Major R385 26 T	17	37,5	48,8	50	65	1,35	3,49	2,30	1,10
Renault Magnum AE 560 ti26 T	16	37,5	48,8	52,5	68,3	1,35	4,26	2,80	1,34
Renault Series "C" CLM 340.19T	13	33,3	43,2	65	84,5	-	3,34	2,18	1,05
Renault Series "C" CBH 385T	25	36,8	47,8	66,6	86,6	1,35	11,61	7,64	3,66
Renault Premium 385.19	14	35,5	46,2	65	84,5	-	3,39	2,22	1,07
Renault Premium 385.24	16	35,5	46,2	45	58,5	1,32	2,29	1,51	0,72
Renault Premium 340.26S	18	40	52	47,5	61,8	1,38	2,89	1,90	0,91
Scania R113HA	15	37,5	48,8	65	84,5	-	3,45	2,26	1,09
Scania R113HL 4x2	15	40	52	65	84,5	-	3,55	2,32	1,12
Scania R113HL 6x2	22	42,5	55,3	52,5	68,3	1,36	4,45	2,93	1,40
Scania R113HL 6x4	22	40	52	52,5	68,3	1,36	4,34	2,85	1,37
Scania R143HL 4x2	15	40	52	32,5	42,3	-	0,52	0,34	0,17
Scania R143HL 6x2	22	42,5	55,3	52,5	68,3	1,36	4,45	2,93	1,40
Scania R143HL 6x4	21	40	52	52,5	68,3	1,36	4,34	2,85	1,37
R143ELZ 8x4	36	40	52	75	97,5	1,35	20,17	13,26	6,36
Volvo FH 12 4x2	13	40	52	65	84,5	-	3,55	2,32	1,12
Volvo FH 12 6x2	19	40	52	47,5	61,8	1,38	2,88	1,90	0,91
Volvo FH 12 6x4	18	35,5	46,2	47,5	61,8	1,37	2,74	1,80	0,86
Volvo FH 12 6x4	21	40	52	52,5	68,3	1,38	4,28	2,81	1,35
Volvo FH 16 4x2	14	35,5	46,2	65	84,5	-	3,39	2,22	1,07
Volvo FH 16 4x2	14	40	52	65	84,5	-	3,55	2,32	1,12

А.2-кестесі — Түрлі көлік құралдары үшін $S_{\text{тсум}}$ келтірілетін жалпы коэффициенттер мәні (жалғасы)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volvo FH 16 6x2	18	35,5	46,2	47,5	61,8	1,38	2,73	1,80	0,86
Volvo FH 16 6x2	18	33,5	43,6	47,5	61,8	-	0,97	0,63	0,31
Volvo FH 16 6x4	18	35,5	46,2	47,5	61,8	1,37	2,74	1,80	0,86
Жүк таситын өзі аударғыш									
УРАЛ-55223	-	23,5	30,6	30,3	39,4	1,4	0,38	0,25	0,12
УРАЛ-5557-10	-	22,5	29,2	30	39	1,4	0,36	0,23	0,11
MAN F-2000 36.372	23	37,5	48,8	32,5	42,3	1,4	0,75	0,49	0,24
Tatra 815-2 S 3 28 210	17	31,5	41	55,5	72,2	1,32	5,33	3,51	1,68
Tatra 815-2 OO S81 36 225	21	35	45,5	55	71,5	1,32	5,53	3,64	1,74
Tatra 815-2 DO S81 36 252	21	35	45,5	55	71,5	1,32	5,53	3,64	1,74
Tatra 815-2 SV 3 28 210	12	31,5	41	55	71,5	1,32	5,13	3,37	1,62

5 Номиналды динамикалық күш $Q_{\partial n}$ көлік құралына арналған төлқұжат мәліметтері бойынша, әр өске статикалық күштің бөлінуін ескере отырып анықталады:

$$Q_{\partial n} = K_{\partial n} \cdot Q_n, \quad (A.3)$$

мұндағы $K_{\partial n}$ - 1,3 тең динамикалық коэффициент;

Q_n - дөңгелектің өсіне берілген номиналды статикалық күші, kH .

Төлқұжат мәліметтері арқылы анықталатын нақты көп өсті автомобильдер үшін, дөңгелекке номиналды статикалық күшінің есептік мәнін анықтау барысында, келесі формула арқылы анықталатын K_c коэффициентіне көбейту қажет:

$$K_c = a - b\sqrt{B_m - c}, \quad (A.4)$$

мұндағы B_m – арбаның шеткі өстері арасындағы ара-қашықтық, м;

a, b, c - А.3 кестесі бойынша, арбаның өстерінің саны мен жол төсемінің күрделілігіне байланысты анықталатын мәндер.

А.3-кестесі - (А.4) теңдеудің мәндері

Арба түрі	а	в	с
Екі өсті	1,7/1,52	0,43/0,36	0,5/0,5
Үш өсті	2,0/1,60	0,46/0,28	1,0/1,0

Ескертпе – Алымда – жол төсемінің күрделі және жеңілдетілген жол үлгілері үшін, бөлгіште – ауыспалы үшін.

6. Келтірудің жалпы коэффициентін келесі реттілікте анықтау қажет:

- есептік күшті тағайындайды және $Q_{расч.}$, P және D мәндерін анықтайды;

- келешектегі қозғалыс құрамындағы автомобильдердің әр маркасының төлқұжат мәліметтеріне қарай, көлік құралының барлық өсінің дөңгелегіне номиналды статикалық күш шамасын орнатады Q_n ;

- алынған Q_n және $Q_{расч.}$ мәндерін динамикалық коэффициентке көбейтеді және дөңгелегінен әр өс үшін номиналды динамикалық күштің мөлшерін, $Q_{\partial n}$ және $Q_{\partial расч.}$ есептік динамикалық күшті табады;

- (А.2) формула арқылы, S_n әр өстің дөңгелегінің номиналды күшінен, есептікке келтіру коэффициентін есептейді;

- (А.1) формула арқылы, қаралып отырған автомобиль үлгісінен түсетін күшті, есептік күшке келтіретін жалпы коэффициенті есептейді.

Б ҚОСЫМШАСЫ

(міндетті)

Түрлі жол-құрылыс материалдарынан жасалған конструктивті қабаттардың беріктік пен деформациялық ерекшеліктерінің нормативті және есептік мағыналары

*1 Асфальтбетоннан жасалған қабаттар

Б.1 кесте – Конструкцияның рұқсат етілген серпімді иілуі және қозғалуға тұрақтылық шарты бойынша құрамы әртүрлі асфальтбетонның және полимерасфальтбетонның қысқа серпімділік модулінің мәні

Материал	Битум	Жамылғының температурасы °С болғандағы, қысқа серпімділік модулінің есептік мәні, МПа			
		+10	+30	+40	+50 (60)
Тығыз және тығыздығы жоғары асфальтбетон	Тұтқыр БНД/БН: 50/70	4400	1300	690	430
	70/100	3200	900	550	380
	100/130	2400	660	440	350
	130/200	1500	560	380	320
	Сұйық: БГ 70/130	1000	400	300	300
	СГ 130/200	900	400	300	300
	СГ 70/130	800	350	250	250
	МГ 70/130	800	350	250	250
Түрлендірілген		4000	1585	1010	660
Кеуекті және кеуектілігі жоғары асфальтбетон	Тұтқыр БНД/БН: 50/70	2800	900	540	390
	70/100	2000	700	460	360
	100/130	1400	510	380	350
	130/200	1100	400	340	340
Қиыршықтасты-мастикалық асфальтбетон	Тұтқыр БНД: 70/100	3700	1360	840	530
	100/130	2700	1045	675	460

Ескертпелер

1 Түрлендірілген асфальтбетон үшін битум ҚР ҚТ 1373 және ҚР СТ 2534 сәйкес қабылданған.

2 Асфальтбетонның есептік температурасы ретінде: V ДКЗ +50 °С, IV ДКЗ +40 °С, III ДКЗ +30 °С қабылдау қажет.

3 Созылмалы иілуді есептеу барысында барлық жолдық-климаттық аймақ үшін Е мәнін $t = +10$ °С болғанда қабылдау.

4 Тығыз асфальтбетонның Б үлгісіндегі қоспаларға қолданылатын серпімділік модулі кестеде берілген. Температура 30 дан 50 °С болған жағдайда А үлгісіндегі қоспалардың серпімділік модулін арттыру керек, ал В, Г, Д үлгілерін – 20% кеміту қажет.

5 Қуысты және қуыстығы жоғары асфальтбетондардың серпімділік модулі кестеде берілген және құмды қоспаларға қолданылады. Температура 30 °С -50 °С болған жағдайда ұсақ түйірлі қоспаларының серпімділік модулін 10% арттыру, ал ірі дәнді қоспаларды – 20% арттыру қажет.

6 Қысқа серпімділік модулінің Е есептік мағынасы конструкциялардың серпімді иілуін есептеуде пайдалану үшін және топырақтағы шөгу мен төсемнің аралық қабаттарында келтірілген.

**Б.2-кестесі - Қысқа жүктемеде иілу кезіндегі созылуын есептеу барысындағы
асфальтбетондардың сипаттамалары**

Асфальтбетон	Серпімділіктің, Е, МПа есептік модулі	Иілу кезіндегі созылуға орташа кедергісі, МПа
БНД 50/70 битумындағы тығыздығы жоғары, тығыз	6000	3,2
БНД 70/100	4500	2,8
БНД 100/130	3600	2,4
БНД 130/200	2600	2,0
БГ 100/130	1700	1,7
СГ 130/200	1500	1,6
БНД 50/70 кеуекті битумындағы	3600	1,8
БНД 100/130	2200	1,4
БНД 130/200	1800	1,2
БНД 50/70 битумдағы кеуектілігі жоғары	3000	1,1
БНД 70/100	2100	1,0
БНД 100/130	1700	0,9
Түрлендірілген асфальтбетон	6100	3,2
БНД/БН 70/100	5600	2,8
100/130 битумандағы шағыл тасты- мастикалық	4800	2,4

**Б.3-кестесі – Ұзақ мерзімді жүктемеге есептеу барысындағы асфальтбетондардың
серпімділік модулінің есептік мәні**

Асфальтбетон	Қоспа түрі	Жүктеменің статикалық әсеріндегі серпімділіктің есептік модулі Е, есептік температурадағы МПа, °С		
		+30	+40	+50
Кеуектілігі жоғары, тығыз, түрлендірілген	Қиыршықтасты- мастикалық асфальтбетон, А	420	360	300
	Б	350	300	250
	В	280	240	200
	Г	270	220	200
	Д	180	160	150
Кеуекті, кеуектілігі жоғары	Ірі түйірлі	320	280	250
	Ұсақ түйірлі	250	220	200
	Құмды	225	200	190

Ескертпе - Тығыздығы жоғары асфальтбетонның серпімділік модулін А үлгісіндей етіп қабылдау қажет

(Өзгерт.ред. – ҚТҮКШІК 14.06.2019 ж. №96-НҚ бұйрық)

2 Материалдары органикалық және органикалық емес тұтқырлармен күшейтілген конструктивті қабаттар.

Б.4-кестесі – Органикалық және кешенді тұтқырлармен өңделген қиыршық тасты-гравийлы-құмды қоспалардан және топырақтан жасалған конструктивті қабаттар (органоминаралды қоспалар МЕМСТ 30491 бойынша)

Қабат материалы	Есептік серпімділік модулі E , МПа
Өңделген қиыршық тасты-гравийлы-құмды қоспа және ірі кесекті топырақ: сұйық немесе органикалық тұтқырмен, соның ішінде эмульсияланған	450/350
- минералдымен бірлескен сұйық және органикалық тұтқыр немесе минералдымен бірлескен эмульсияланған	950/700
Құмдар: гравийлы, ірі, орташа, ұсақ; құмайт жеңіл және шаңды; жеңіл балшық, өңделген: - сұйық органикалық тұтқырлармен немесе тұтқырлармен, соның ішінде эмульсияланған;	430/280
- минералдымен бірлескен сұйық және органикалық тұтқыр немесе минералдымен бірлескен эмульсияланған	700/600
Ескертпе – Сызық үстінде – қолайлы құрамды, сызық астында – қолайсыз құрамды.	

Б.5 кесте – Қара қиыршық тастан жасалған конструктивті қабаттар ҚР ҚТ 1215

Материал	серпімділік модулінің есептік мәні E , МПа
Сынау тәсілімен төселген қара қиыршық	600-900
Битумды эмульсия мен тұтқыр битумды сіңіру әдісімен төселген қиыршық тасты қабаттар	400-600
Ескертпе – Үлкен мәндер — төсеу үшін, кішілері — негіздер үшін.	

Б.6-кестесі – Жол төсемдерінің қабатарындағы материалы мен тұтқыр пайызына байланысты ерекшеліктері

Минералды материал мен тұтқыр түрі	Беріктік сыныбы	Тұтқыр шығыны, %		Есептік ерекшелік, МПа	
		қондырғы да араласқан	Жолда араласқан	серпімділік модулі E	R_y иілу кезіндегі созылу ϵ
1	2	3	4	5	6
1 Күлді тұтқыр					
1.1 Байыту құмды –гравийлы, құмды-қиыршық тасты, құмды-гравийлы-қиыршық тасты қоспалар МЕМСТ 23558	A	26	30	1200	3,5
	I	21	24	800	2,5
	II	18	20	600	2,0
1.2. Табиғи құмды-гравийлы қоспалар	A	26	30	1000	3,0
	I	24	28	800	2,5
	II	20	23	600	2,0
	III	24	28	400	1,0

Б.6-кестесі – Жол төсемдерінің қабатарындағы материалы мен тұтқыр пайызына байланысты ерекшеліктері (жалғасы)

Минералды материал мен тұтқыр түрі	Беріктік сыныбы	Тұтқыр шығыны, %		Есептік ерекшелік, МПа	
		қондырғы да араласқан	Жолда араласқан	серпімділік модулі E	R_y иілу кезіндегі созылу e
1	2	3	4	5	6
1.3 ірілігі көтеріңкі құмдар және ірі МЕМСТ 8736 бойынша	II	27	31	600	1,5
1.4 МЕМСТ 8736 бойынша орташа құмдар, ұсақ және өте ұсақ ірілік модулі 1,0 көбірек	II	30	34	400	0,8
	III	27	31	250	0,5
1.5 МЕМСТ 22733 бойынша барлық түрдегі құмды топырақтар, ҚР ҚНЖЕ 3.03-09 бойынша балшықтың барлық түрі	II	33	37	600	1,0
	III	30	34	400	0,7
1.6 ҚР ҚНЖЕ 3.03.-09 бойынша жеңіл және жеңіл шаңды балшықтар	II	35	39	400	0,5
	III	33	38	300	0,3
2 Шлақты тұтқыр					
2.1 МЕМСТ 25607 бойынша құмды-гравийлы, құмды-гравийлы-қиыршық тасты қоспалар	A	17	20	1300	3,8
	I	11	13	800	2,5
	II	9	11	550	1,3
2.2 МЕМСТ 8736 бойынша табиғи құмды-гравийлы қоспалар, ірілігі көтеріңкі мен ірі құмдар	A	15	18	1000	3,0
	I	13	15	650	2,0
	II	11	13	480	1,1
2.3. МЕМСТ 8736 бойынша орташа құмдар, ұсақ және өте ұсақ ірілік модулі 1,0 көбірек	I	20	22	600	1,2
	II	15	18	450	0,8
	III	13	15	280	0,5
2.4 МЕМСТ 22733 бойынша құмды топырақтар, жеңіл құмайт, жеңіл шаңды, жеңіл балшық	I	20	22	600	1,2
	II	16	18	450	0,8
	III	13	15	280	0,5
2.5 Жеңіл шаңды балшықтар	II	15	17	400	0,7
	III	10	12	250	0,4
2.6 Бір өлшемді шағыл құмдар	II	18	20	400	0,7
	III	14	16	250	0,4
3 Бокситті тұтқырлар					
3.1 Құмды-гравийлы, құмды-гравийлы-қиыршық тасты қоспалар МЕМСТ 25607 бойынша	A	20	22	1200	3,5
	I	14	16	700	1,6
	II	12	14	500	1,0
3.2 Табиғи құмды-гравийлы қоспалар	A	18	20	1000	3,0
	I	16	18	650	1,4
	II	12	14	450	0,9
3.3 МЕМСТ 8736 бойынша ірі және ірілігі көтеріңкі құмдар	I	21	23	600	1,2
	II	18	20	400	0,8
	III	15	18	300	0,6

Б.6-кестесі – Жол төсемдерінің қабатарындағы материалы мен тұтқыр пайызына байланысты ерекшеліктері (жалғасы)

Минералды материал мен тұтқыр түрі	Беріктік сыныбы	Тұтқыр шығыны, %		Есептік ерекшелік, МПа	
		қондырғы да араласқан	Жолда араласқан	серпімділік модулі E	R_y иілу кезіндегі созылу ϵ
1	2	3	4	5	6
3.4 МЕМСТ 8736 бойынша орташа құмдар, ұсақ және ірілік модульі 1,0 кем өте ұсақ	I	25	27	550	1,0
	II	22	24	350	0,7
	III	19	21	250	0,5
3.5 МЕМСТ 22733 бойынша құмды топырақтар, жеңіл балшықтар, жеңіл шаңды	I	25	27	550	1,0
	II	22	24	350	0,7
	III	18	20	250	0,5
3.6 Жеңіл және жеңіл шаңды балшықтар	II	28	30	350	0,7
	III	24	26	250	0,5
4 Бокситті шлам					
4.1 қиыршық тасты-құмды қоспа (ҚҚҚ), оптималды гравийлы-құмды қоспа, қиыршық тасты-гравийлы-құмды қоспа, табиғи қиыршық тас, жай қиыршық тас	I	-	30	550	1,0
	II	-	25	450	0,7
	III	-	20	350	0,4
4.2 табиғи ГҚҚ	III	-	100	300	0,3
5. Цемент М-400					
5.1 қиыршық тасты-құмды қоспа (ҚҚҚ), оптималды қиыршық тасты қоспа, табиғи қиыршық тас, ұсақ тас	I	8	9	800	1,2
	II	7	8	600	0,8
	III	-	7	500	0,4
5.2 табиғи ГҚҚ	I	9	10	700	1,2
	II	8	9	550	0,8
	III	-	8	400	0,4
5.3 Еленді, ірі дәнді табиғи құм	I	10	12	700	1,2
	II	9	10	550	0,8
	III	-	9	400	0,4
5.4 Ұсақ түйірлі құм	I	10	12	550	1,2
	II	9	10	400	0,8
	III	-	9	250	0,4
5.5 Құмайт	I	14	15	550	1,2
	II	12	14	400	0,8
	III	10	12	250	0,4

3 Тұтқырлармен өңделмеген қиыршық тасты-гравийлы-құмды материалдардан жасалған конструктивті қабаттар.

Б.7-кестесі – МЕМСТ 25607 және МЕМСТ 3344 сай келетін қиыршық тасты-гравийлы-құмды қоспалардан жасалған конструктивті қабаттар

Қабат материалы	Серпімділіктің есептік модулі E , МПа
Төсемдердің үздіксіз гранулометриялы (МЕМСТ 25607) қиыршық тасты/гравийлы қоспалары (С) 600 ден 800 дейінгі маркалы материалдарды пайдалану арқылы дәндердің максималды мөлшері C_1-40 мм	300/280
C_2-20 мм	290/260
Алдыңғы , негіз үшін C_3-120 мм	280/240
C_4-80 мм	275/230
C_5-80 мм	260/220
C_6-40 мм	250/200
C_7-20 мм	240/180
Бейактив және әлсіз активті шлактардан жасалған шлакты қиыршық тасты-құмды қоспалар (МЕМСТ 3344) C_1-70 мм	275
C_2-70 мм	260
C_4-40 мм	250
C_6-20 мм	210
Ескертпе – Сызық үстінде — жеңіл тығыздалатын қиыршық тас үшін; сызық астында – қиын тығыздалатыны үшін.	

Б.8-кестесі – Сынау тәсілімен орнатылатын қиыршық тасты негіздер МЕМСТ 25607, МЕМСТ 8267

Қабат материалы	Тығыздықтың есептік модулі E , МПа
Фракцияланған қиыршық тасты сынау материалы 40-80 (80-120) мм сынамасымен бірге маркасы 1000 с төмен емес	
-фракцияланған ұсақ қиыршық тас	$\frac{450}{350}$
-әктасты ұсақ қоспа немесе белсенді ұсақ шлак	$\frac{400}{300}$
- белсенділігі жоғары ұсақ шлак	$\frac{450}{400}$
-қайта өңдеуден өткен бар асфальт-бетон қоспасы (асфальт түйірлері)	$\frac{500}{450}$
-цементті құмды қоспа М75 қабаттың сіндіру тереңдігі 0,25-0,75 h	$\frac{450-700}{350-600}$
Ескертпе – Сызық үстінде — жеңіл тығыздалатын қиыршық тас үшін; сызық астында – қиын тығыздалатыны үшін.	

Б.9-кестесі – Табиғи материалдардың сипаттамаларының есептік мәні

Материалы	Жолда күшейтілген табиғи материалдар мен топырақтардың сипаттамаларының есептік мәні			Ескертпе
	ϕ , град	C, МПа	E, МПа	
Жинақтап алынған құмды-гравийлы қоспалар № С1, С2, С4 (25607 MEMСТ бойынша)	45	0,02	180	C және E көрсеткіштері тығыздалған құмның қалдықты қуыстығы(%) $26 < n < 32$ – 20% төмендейді, ал $n > 32$ – 40%
Табиғи құмды-гравийлы қоспалар	43	0,008	130	
Құм: - ірі және гравийлы	43	0,008	130	
- орташа кесекті	40	0,006	120	
- ұсақ	38	0,005	100	

Б.10-кестесі – Жылу окшаулағыш қабаттардың механикалық сипаттамалары

Материал	Серпімділіктің есептік модулі <i>E, МПа</i>
1	2
Пенопласт	13,0-33,5
Стиропорбетон	500-800
Тұтқыр битуммен өңделген аглопоритті қиыршық тас	400
Тұтқыр битуммен өңделген керамзитті гравий	500
Тұтқыр битуммен өңделген гравий (қиыршық тас) жеңіл толтырғыштары бар	500
Перлиті бар цементті топырақ	130
Алдыңғыдай, полистиролмен, құрамында: - полистирол түйіршіктері бар 2-3%, - құм 97-98% (% массада), - цемент 7-6%	300
Алдыңғыдай, керамзитпен, құрамында: - құм 75%, - керамзит 25%, - цемент 6%	300
Перлиті бар битумды цементті топырақ, құрамында: - перлитті қиыршық тас 25-20%, - құм 75-80%, - цемент 4-6%, - битум 12-10%.(құм массынан, перлит және цемент)	250-350
Аглопориті бар цементті топырақ, құрамында: - құмайт немесе құм 70-80%, - аглопорит 30-20%, - цемент 6%	250-350

В ҚОСЫМШАСЫ

(міндетті)

Топырақтардың есептік сипаттамалары

1 Топырақтың есептік ылғалдылығын w_p келесі формула арқылы анықтайды:

$$w_p = \bar{w} \times (1 + 0,1t), \quad (\text{B.1})$$

мұнда $\bar{w}$ - топырақтың салыстырмалы ылғалдылығының (B.1 кесте) көп жылдық орташа мәні (шекарасынан аққыштық үлесі) жылдың қолайсыз мезгіліндегі (көктемгі) жер жабуының жұмыс қабатында, ылғалдау көзінен жоғарылау жөнінде ҚР ҚЕ 3.03- 101 «Автомобиль жолдары» нормасына жауап беретін, жолдық-климаттық аймағына байланысты, жабулары жетілдірілген жолдарда және жол төсемдерінің негіздері дәстүрлі (қиыршық тас, гравий және т.б.); жер төсеуінің ылғалдану кестесі мен топырақ үлгісіне қарай анықталады;

t – B.2 кестесі бойынша, талап етілген төзімділік дәрежесіне байланысты қабылданатын нормаланған ауытқу коэффициенті.

B.1-кестесі – Ылғалдылықтың орташа мәні

Жолдық-климаттық аймақ	Жер төсеуінің жұмысшы қабатының ылғалдану кестесі	Ылғалдылықтың орташа мәні $\bar{w}$, үлесі W_m топырақ			
		Құмайтты құмдақ	Шанды құм	Жеңіл құмдақты балшық, ауыр құмдақ, саз	Шанды құмайт, жеңіл шанды балшық, ауыр шанды
III	1	0,55	0,57	0,60	0,63
	2-3	0,59	0,61	0,63	0,67
IV	1	0,53	0,55	0,57	0,60
	2-3	0,57	0,58	0,60	0,64
V	1	0,52	0,53	0,54	0,57
	2-3	0,55	0,56	0,57	0,60
Ескертпе – Көрсетілген $\bar{w}$ мағыналарымен ҚР ҚНЖЕ 3.03.-09 сай тек жабудың талап етілген жоғарылауын қамтамасыз еткенде ғана пайдалануға болады. Белгіленген талап қамтамасыз етілмейтін аумақтар үшін (мысалы нөлдік жерлер мен жер асты суларына жақын орналасқан ойық орындарда) $\bar{w}$ болжамдардың мәліметтері бойынша тағайындалады, алайда жоғарыдағы Кестеде келтірілгеннен мәні 0,03 тен кем емес көп.					

Конструкцияларды есептеу кезінде, келесі шаралар қарастырылған жағдайда, мәселен, жол төсемінің монолитті негіздерін орнату, жолдың жиегінің су өткізбеушілігі, жетілдірілген дренаж, жол жабуының тоңдануын толық болдырмайтын суықтан оқшаулағыш қабаттар және т.б. B.1 кестесіндегі орташа ылғалдылықты B.4 кестесінде көрсетілген мәндерге кеміту қажет.

В.2-кестесі – Нормаланған ауытқу коэффициенттері

Жобалық төзімділік дәрежесі K_n	0,60	0,85	0,90	0,95
Нормаланған ауытқу коэффициенті t	0,26	1,06	1,32	1,71

Топырақтар мен құмдардың шөгу сипаттамаларының ұсынбалы есептік мәндері В.3 кестесінде келтірілген

В.3-кестесі - Балшықты топырақтардың қосымшаларының есептік күшінің саны мен есепті қатысты ылғалдылығына байланысты шөгу ерекшеліктерінің есептік мәндері

Топырақ	Белгіле рі	Өлше м бір.	Топырақтың ылғалдылығы сипаттамаларының есептік мәндері, үлесі W_t дейін							
			0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9
Құмдақ құмайт	$E_{гр}$	МПа	60	56	53	49	45	43	42	41
	$\varphi_{гр}$	град	36	36	36	35	35	34	34	33
	$C_{гр}$	МПа	0,014	0,014	0,013	0,012	0,011	0,010	0,009	0,008
Шаңды құм	$E_{гр}$	МПа	90	84	78	72	66	60	54	48
	$\varphi_{гр}$	град	38	37	37	36	35	34	33	32
	$C_{гр}$	МПа		0,022	0,018	0,014	0,012	0,011	0,010	0,009
Жеңіл құмдақ балшық, ауыр құмдақ балшық	$E_{гр}$	МПа	90	72	50	41	34	29	25	24
	$\varphi_{гр}$	град	27	24	21	18	15	13	11	10
	$C_{гр}$	МПа	0,036	0,030	0,024	0,019	0,015	0,011	0,009	0,006
Шаңды құмайт, жеңіл шаңды құмайт, ауыр шаңды	$E_{гр}$	МПа	90	72	54	46	38	32	27	26
	$\varphi_{гр}$	град	27	24	21	18	15	13	11	10
	$C_{гр}$	МПа	0,036	0,030	0,024	0,016	0,013	0,010	0,008	0,005

Құмайт пен балшықтың сипаттамаларының мәні, гидрослюдалы және каолинитты минералогиялық құрамды балшықты бөлшектеріне қолдалынатын етіп берілген. Монтмориллонитты құрамды құмайт пен балшық ылғалдылығы (0,6-0,75) W_t , сондай ақ кей бір тұздалған топырақтардың сипаттамаларын эксперименталды әдістермен анықтау қажет. Ылғалдылығы 0,75 W_t жоғары топырақтарда, оларды аса ылғалданудан қорғауға арналған, немесе ондай топырақтарды ауыстыру шаралары ескерілу керек.

Қазақстан Республикасы территориясындағы жолдық-климаттық аумақтандыру ҚР ЕЖ 3.03-101сәйкес, В.1 суретінде көрсетілген.

Шекараға шектес аймақтарда жол телімдерін жобалау барысында, топырақты-гидрологиялық негізделген мағлұматтар болған жағдайда және топырақ жағдайы, сондай - ақ аудандағы жолды пайдалану тәжірибесіне сүйене, жапсарлас аймақтарға ұқсас жобалық шешімдерді қолдануға жол береді.

Таулы аудандарда жолдық-климаттық аумақтарды жобалау нысандарының биіктікте орналасуын, берілген биіктіктегі табиғат жағдайын ескере отырып анықтау

қажет. Белгісі теңіз деңгейінен 450-1000 метр төңіректі IV ЖКА жатқызу қажет, ал белгілері 1000 метрден жоғары болса III ЖКА.

В.4-кестесі - Конструктивті іс-шара

Конструктивті іс-шара	Жолдық-климаттық аймақтарда орташа ылғалдылықты төмендету, үлестері W_t ,		
	III	IV	V
Негізі төменде көрсетілгендей күшейтілген материалдар мен топырақтардан жасалған жол негіздері немесе суықтан қорғаушы қабаттар жер жабуының топырақпен бөліну шекарасында:			
- ірі кесекті топырақ пен құмнан	0,04	0,03	0,03
- құмайттар	0,05	0,05	0,04
- шаңды құм мен құмайттар, балшық, күлді топырақ	0,08	0,06	0,05
Жолдың жиегін күшейту (оның енінен 2-3 кем емес):			
- асфальт-бетон	0,04	0,03	0,02
- қиыршық таспен (гравиймен)	0,02	0,02	0,02
Бойлық құбырлы дренаж	0,03	-	-
Тұрып қалған су кемерінен жер жабуының жиегіне дейін қауіпсіз ара-қашықтықты қамтамасыз ету	0,02	-	-
Полимерлі орамды материалдардан жер жабуында гидроизоляциялық қатпар орналастыру	0,05	0,03	0,03
Топырақтың тоңуын болдырмайтын жылу оқшаулағыш қабатын орналастыру	Есептік қыстық ылғал жиналуға төмендету		
Жер төсеуінің белсенді аймағындағы «шеңберіндегі» топырақ	Топырақтың есептік ылғалдылығын ұтымды мәнге дейін төмендету		
$K_{упл}=1,03 \div 1,05$ дейін тығыздалған топырақ жол төсемінің төменгі жерінен қабатында 0,3-0,5 м	0,03-0,05	0,03-0,05	0,03-0,05



В.1-суреті – Жолдық-климаттық аумақтандыру

Г ҚОСЫМШАСЫ
(ақпараттық)
Есептеу мысалы

Келесі бастапқы мәліметтер бойынша жол төсемін жобалау талап етіледі:

- Ақмола облысында, IV жолдық-климаттық аймақта орналасқан I санатты автомобиль жолы;
- ҚР ЕЖ 218-05-05 талаптарына сай жол төсеміне берілген қызмет мерзімі $T = 20$ жыл;
- қызмет мерзіміндегі бастапқы жүру қарқыны $N = 5450$ авт/тәу; жүру қарқынының өзгеру коэффициенті $q = 1,04$;
- жер жабуының жұмысшы қабатының топырағы – ауыр шанды балшық;
- негіз материалдары – қиыршық тасты-гравийлы-құмды қоспа, битуммен өңделген және ірілігі орташа құм;
- ылғалдылық жағдайы бойынша төңірек 1 түрге жатады.

Конструкцияны беріктікке есептеу

1 Көлік құралдарының санатына қарай, жүру қарқыны Г.1 кестесінде ұсынылған. Көлік ағынында жиі кездесетін көлік құралдарының әр санатының негізгі модельдері таңдалған, ол үшін $S_{m, \text{сум}}$ коэффициентінің A_2 күшіне жалпы келтіру есебін жүргіземіз. Жол халықаралық маңыздылыққа ие болғандықтан оның үстінде бірлік өсіне 130 кН күш түсетін жүйелі жүк көліктерінің қозғалысы қаралған (Г.1 кесте).

а) ПАЗ 657 үшін $S_{m, \text{сум}}$ есептейміз (екі өсті көлік құралдары):

- көлік құралдарының анықтамасы бойынша алдыңғы және артқы дөңгелектен жабуға түсетін динамикалық күштің мәнін табамыз, ол $Q_{II} = 17,2$ кН және $Q_3 = 29,4$ кН сәкесінше құрайды;

- А қосымшасының (А.2) формуласы бойынша S_{nII} алдыңғы өстің A_2 күшіне келтіру коэффициенті:

$$S_{nII} = \left(\frac{17,2}{84,5} \right)^{4,4} = 0,001$$

- А қосымшасының (А.2) формуласы бойынша артқы өстің A_3 күшіне S_n келтіру коэффициентін есептейміз:

$$S_{n3} = \left(\frac{29,4}{84,5} \right)^{4,4} = 0,01;$$

- А қосымшасының (А.1) формуласы бойынша $S_{m, \text{сум}}$ табамыз:

$$S_{m, \text{сум}} = S_{nII} + S_{n3} = 0,001 + 0,01 = 0,011$$

Сәйкесінше, барлық екі өсті көлік құралдарына осылайша есеп жүргіземіз (Икарус 260, ГАЗЕЛЬ, ЗИЛ-130, МАЗ 53371). Есептеу нәтижесінде алынған аталған көлік құралдарының $S_{m, \text{сум}}$ мәндері А.1 кестесінде ұсынылған.

б) КАМАЗ 53208 үшін $S_{m, \text{сум}}$ есептейміз (үш өсті көлік құралдары):

- көлік құралдарының анықтамасы бойынша алдыңғы дөңгелектен жабуға түсетін күштің мәнін табамыз, ол $P_{II} = 22$ кН құрайды, 1 қосымшаның (1.3) формуласы бойынша, алдыңғы дөңгелектен түсетін $Q_{дII} = 22 \times 1,3 = 28,6$ кН динамикалық күшті анықтаймыз;

- көлік құралдарының анықтамасы бойынша, екі өсті арбаның әр дөңгелегінен жабуға түсетін күштің мәнін табамыз $P_T = 28,18$ кН;

- (А) қосымшасының (А.4) формуласы арқылы өстердің ықпалының коэффициентін есептейміз:

$$K_c = 1,7 - 0,43 \times \sqrt{1,32 - 0,5} = 1,31;$$

- арба дөңгелегінен болатын номиналды статикалық күшін анықтаймыз:

$$Q_{nT} = 28,18 \times 1,31 = 36,92 \text{ кН}$$

- А қосымшасының (А.3) формуласы арқылы арба дөңгелегінен болатын динамикалық күшті анықтаймыз:

$$Q_{дТ} = 36,92 \times 1,3 = 47,99 \text{ кН};$$

- А қосымшасының (А.2) формуласы арқылы S_{nII} алдыңғы өсінің A_2 күшіне келтіру коэффициентін есептейміз:

$$S_{nII} = \left(\frac{28,6}{84,5} \right)^{4,4} = 0,01;$$

- А қосымшасының (А.2) формуласы арқылы A_2 екінші және үшінші өстеріне S_n күшіне келтіру коэффициентін есептейміз:

$$S_{nT_{2,3}} = \left(\frac{47,99}{84,5} \right)^{4,4} = 0,08;$$

- А қосымшасының (А.1) формуласы бойынша $S_{m,сум}$ табамыз:

$$S_{m,сум} = S_{nII} + S_{nT_2} + S_{nT_3} = 0,01 + 0,08 + 0,08 = 0,17$$

Осылайша қосарланған арбалы барлық көлік құралдары үшін есеп жүргіземіз (КрАЗ-257Б1, КрАЗ-65053, МАЗ-7310, жартылай тіркегіш LANBERT). есептеу нәтижесінде алынған аталған көлік құралдарының $S_{m,сум}$ мәндері Г.1 Кестесінде ұсынылған:

в) жартылай тіркегіш АСКО үш өсті арба үшін $S_{m,сум}$ мәнін есептейміз:

- көлік құралдарының анықтамасы бойынша үш өсті арбаның әр дөңгелегінен жабуға түсетін күштің мәнін анықтаймыз $P_T = 39,2$ кН;

- А Қосымшасының (А.4) формула бойынша өстердің ықпалының коэффициентін есептейміз:

$$K_c = 2,0 - 0,46 \times \sqrt{1,31 - 1,0} = 1,74;$$

- арбаның дөңгелегінен болатын номиналды статикалық күшті анықтаймыз:

$$Q_{nT} = 39,2 \times 1,74 = 68,21 \text{ кН}$$

- А Қосымшасының (А.3) формуласы бойынша арбаның дөңгелегінен болатын динамикалық күшті анықтаймыз:

$$Q_{дТ} = 68,21 \times 1,3 = 88,67 \text{ кН};$$

- А Қосымшасының (А.2) формуласы арқылы S_{nII} әр өстің A_2 күшіне келтіру коэффициентін есептейміз:

$$S_{nII} = \left(\frac{88,67}{84,5} \right)^{4,4} = 1,236;$$

- А қосымшасының (А.1) формуласы арқылы $S_{m,сум}$ мәнін табамыз:

ҚР ЕЖ 3.03-104-2014*

$$S_{m, \text{сум}} = S_{nT_1} + S_{nT_2} + S_{nT_3} = 1,236 + 1,236 + 1,236 = 3,708$$

ASKO жартылай арба үшін, алынған мәндерін $S_{m, \text{сум}}$ аталған жартылай тіркегішімен ұзартылған жүк көлігі үшін (Г.1 кестесін қараңыз).

A_2 топты есептік күшіне келтірілген көлік ағынының құрамына қарай, жүру қарқыны Г.1 кестесінде ұсынылған.

Г.1-кесте – Келтірілген жүру қарқынының есебі

Көлік құралдарының санаты	Көлік құралдарының негізгі модельдері	Жүру қарқыны, авт/тәу	A_3 есептік күшке жалпы келтіру коэффициенті S_m к расчетной нагрузке	Туынды $N_i \cdot S_i$
Жеңіл және микроавтобустар		4360	0	0
Сиымдылығы орташа автобустар	ПА3-657	40	0,011	0,4
Сиымдылығы үлкен автобустар	Икарус 260	36	0,23	8,28
Жүк көтергіштігі 2 т дейін кіші жүк көліктері	ГАЗЕЛЬ	196	0,00	0
Жүк көтергіштігі 5 т дейін екі өсті жүк көліктері	ЗИЛ-130	108	0,06	6,48
Жүк көтергіштігі 10 т дейін екі өсті жүк көліктері	МАЗ 53371	54	0,32	17,28
Жүк көтергіштігі 10 т дейін үш өсті жүк көліктері	КАМАЗ-53208	136	0,17	23,12
Жүк көтергіштігі 10-12 т үш өсті жүк көліктері	КрАЗ- 257Б1	27	0,37	9,99
Жүк көтергіштігі 12 т жоғары үш өсті жүк көліктері	КрАЗ- 65053	22	2,72	59,84
Жүк көтергіштігі 12 т жоғары төрт өсті жүк көліктері	МАЗ-7310	5	2,67	13,35
Тіркемесі бар екі өсті жүк көліктері (11-11)	МАЗ-500 Тіркемесі бар МАЗ 83781	27	0,89	24,03
Тіркемесі бар үш өсті жүк көліктері (12-11)	Краз 65053 Тіркемесі бар МАЗ 83781	166	3,30	547,8
Жартылай тіркемесі бар екі өсті ұзартылған жүк көліктері (111)	МАЗ 54326 Жартылай тіркемесі бар МАЗ 93801	165	0,61	100,65
Жартылай тіркемесі бар екі өсті ұзартылған жүк көліктері (112)	Volvo F-16 Жартылай тіркемесі бар LANBERT	108	2,55	275,4
Барлығы:		5450		1086,62

2. Төрт қозғалу жолағын ескере отырып, A_2 тобының есептік күшіне келтірілген бірінші қызмет жылындағы жүру қарқынын, (5) формула бойынша есептейміз:

$$N_p = 1086,62 \times 0,35 = 381 \text{ ед/тәу}$$

A_2 тобының есептік күшінің қосымшаларының есептік жалпы саны, (6) формула бойынша анықталады:

$$\sum N_p = 365 \times 381 \times \frac{1,04^{20} - 1}{1,04 - 1} = 4141088 \text{ ед.}$$

Талап етілген серпімділік модулі, есептік күштің қосымшаларының есептік жалпы санына байланысты (8) формула арқылы анықталады, жол төсемінің конструкциясының қызмет жылындағы параметрі $C = 4,0$ болатын:

$$E_{mp} = 120 + 74(\lg \sum N_p - 4,0)$$

$\sum N_p$ мәндерін қою арқылы $\sum N_p$, $E_{mp} = 314$ Мпа аламыз.

Күрделі үлгідегі төсемді І санатты жол үшін талап етілген беріктік дәрежесі (5.1.7 бөліміне сай) $K_n = 0,95$; беріктік коэффициенті $K_{np} = 1,00$. Осыны ескере отырып:

$$E_{обц} = E_p = E_{mp} \cdot K_{np} = 314 \times 1,00 = 314 \text{ МПа}$$

алынған жалпы серпімділік модулінің төменгі мәнінен, 5.1.7 бөлімінің талаптарына сай, асады.

Жұмысшы қабаттың топырағының есептік ылғалдылығын анықтаймыз (В қосымшасының, В.1 формуласы арқылы):

$$W_p = \bar{W} \times (1 + 0,1 \times t),$$

$\bar{W} = 0,57$ (В қосымшасының, В.1 кестесі), В қосымшасының, В.4 кестесіне сай. Қосымша мен мәндердің өзгеруі 0,03 төмендейді (IV ЖКА асфальт-бетонмен күшейтілген жолдың жиегі үшін), яғни $= 0,54$ қабылдаймыз; $\bar{W}$

Берілген сенімділік дәрежесінде $K_n = 0,90$, нормаланған ауытқу коэффициенті $t = 1,71$ тең болады (В қосымшасының, В.2 кестесі), онда:

$$W_p = 0,54 \times (1 + 0,1 \times 1,71) = 0,63W$$

3 Алдын ала жол төсемінің конструкциясын және есептік көрсеткіштерінің мәндерін тағайындаймыз:

- мүмкін болатын серпімді иілуді және шөгуге тұрақтылық есептеу үшін (Б қосымшасының, Б.1 кестесі);

- иілуді есептеу үшін (Б қосымшасының, Б.2 кестесі);

- топырақтағы шөгуді есептеу үшін (В қосымшасы).

Бастапқы мәліметтер Г.2 кестесінде ұсынылған.

Г.2-кестесі – Есептеуге қажетті бастапқы мәліметтер

Материалы	h қабаты , см	E, МПа, при расчете		Шөгуге мен иу кезіндегі созылуының есебі			
		Мүмкін болған созылмалы иілу	Шөгуге тұрақтылық бойынша	E, МПа	R_y , МПа	φ°	C, МПа
Б маркалы битумдағы тығыз асфальт-бетон БНД 70/100	6	3200	550	4500	2,8	-	-
Алдыңғыдай, қуысты	9	2000	460	2800	1,6	-	-
Б маркалы битумдағы қуысты асфальт-бетон БНД 100/130	12	1400	380	2200	1,4	-	-
Іріктелген қиыршық тасты қоспа	24	275	275	275	-		
Ірілігі орташа құм	25	120	120	120	-	40	0,006
Құмдақты балшық	-	57	-	-	-	36	0,014

Ескертпе – Топырақтың ерекшеліктерінің есептік мәні интерполяция арқылы қабылданады

4 Мүмкін болатын серпімді иілуді есептеуді қабат сайын төменнен жоғары қарай жүргіземіз, 2 суреттегі номограмманы пайдалану арқылы төселетін топырақтан бастап. Есептеу кезеңдері Г.3 кестесіне жинақталған.

Г.3-кестесі – Жол төсемін серпімді иілуге есептеу

Қабаттың серпімділік модулі (E_c), МПа	Қабат қалыңдығы (h), см	Қатынасы			Жалпы серпімділік модулі ($E_{общ.}$), МПа	Қабат материалы
		h/D	E_n/E_c	$E_{общ.}/E_c$		
3200	6	0,143	0,093	0,119	381	Тығыз асфальт-бетон
2000	9	0,214	0,105	0,148	296	Қуысты асфальт-бетон
1400	12	0,286	0,096	0,150	210	Б маркалы битумды қуысты асфальт-бетон БНД 100/130
275	24	0,571	0,295	0,489	134	Қиыршық тасты қоспа
120	25	0,595	0,475	0,674	81	Ірілігі орташа құм
57	-					Құмдақ құмайт

Беріктік шартының орындалуын (1) формула арқылы анықтаймыз:

$$E_p/E_{mp} = 381/314 = 1,21$$

Яғни таңдалған конструкция мүмкін болған серпімді иілу бойынша беріктік шартын қанағаттандырады.

5 Конструкцияны топырақтағы шөгуге қарсыласуын есептейміз.

Топырақтағы әрекет етуші белсенді шөгу күштерін, (10) формула арқылы есептейміз.

$\bar{\tau}_H$ анықтау үшін алдын-ала тағайындалған жол конструкциясын, екі қабатты есептік моделге келтіреміз.

Төменгі қабат – жер жабуының топырағы (ауыр шаңды балшық) сипаттамасы келесідей $E_H=57$ МПа; $\varphi_{гр} = 36^\circ$ и $C_{гр} = 0,014$ Мпа (В қосымшасы. В.3 кестесі).

Модельдің жоғарғы қабатының тығыздық модульін формула (13) арқылы, құрамында органикалық тұтқырлары бар материалдарының тығыздық модульінің мәні, есептік температура $+40^\circ\text{C}$ болғанда тағайындаймыз (Б қосымшасының, Б.1 кестесіне сай).

$$E_B = \frac{550 \cdot 6 + 460 \cdot 9 + 380 \cdot 12 + 275 \cdot 24 + 120 \cdot 25}{76} = 284,21 \text{ МПа}$$

Қатынастары бойынша $\frac{E_B}{E_H} = 284,21/57 = 4,986$ және $\frac{h_B}{D} = \frac{76}{42} = 1,81$ мұндағы

$\varphi_{гр} = 36^\circ$ номограмма көмегімен (1 сурет) белсенді үлесті шөгу күшін табамыз:

$$\bar{\tau}_H = -0,0037 \text{ МПа.}$$

Топырақтағы белсенді шөгу күші (10) формула бойынша, 3 сурет пен 4 суретті ескере отырып есептеледі:

$$T = 0,0155 \times 0,6 - 0,0037 = 0,0056 \text{ МПа}$$

Жұмысшы қабатындағы топырақтың мүмкін болатын шөгу күшін $T_{дон}$ (11) формула арқылы анықтаймыз, мұндағы $C_{гр}=0,014$ МПа; $k_1=0,6$; $k_3=1,5$; k_2 - 5 сурет арқылы анықталады келтірілген есептік қарқыны N_t байланысты, (12) формула арқылы есептеледі:

$$N_t = 381 \times 1,04^{20-1} = 803 \text{ ед/сут; } k_2 = 0,81$$

$$T_{дон} = 0,014 \times 0,6 \times 0,81 \times 1,5 = 0,0102 \text{ МПа}$$

шөгу белгілерінің шартының орындалуын (2) формула арқылы тексереміз:

$$T_{дон}/T_p = 0,0102/0,0056 = 1,82$$

Яғни, конструкция жер жабуының топырағындағы шөгу жөнінде беріктік шартын қанағаттандырады.

6 Негіздің құмды қабатының, шөгуге тұрақтылығы шарты бойынша, конструкцияны есептейміз.

Негіздің құмды қабатындағы әсер етуші, шөгудің белсенді күшін, (10) формула арқылы анықтаймыз.

$\bar{\tau}_H$ мәнін анықтау үшін, алдын-ала тағайындалған жол конструкциясын екі қабатты есептік модельге келтіреміз.

Моделдің төменгі қабатына келесі сипаттамаларды үлестіреміз: $E_{обш}^{nec} = 81$ МПа , $\varphi_{nec} = 40^\circ$ және $C_{nec} = 0,006$ МПа (Б қосымшасының, Б.9 кестесін қарау).

ҚР ЕЖ 3.03-104-2014*

Модельдің жоғарғы қабатының серпімділік модулін (13) формула арқылы есептейміз материалдардың серпімділік модулінің мәнін, құрамында органикалық тұтқырлары бар, есептік температура +40°C болғанда тағайындаймыз (Б қосымшасының, Б.1 кестесі).

$$E_B = \frac{550 \cdot 6 + 460 \cdot 9 + 380 \cdot 12 + 275 \cdot 24}{51} = 364,71 \text{ МПа}$$

Қатынастары бойынша $\frac{E_B}{E_H} = 3,04 \text{ МПа}$ және $\frac{h_B}{D} = \frac{51}{42} = 1,21$ мұнда $\varphi_{nec} = 40^\circ$

номограмма көмегімен (4 сурет) белсенді үлесті шөгу күшін табамыз: $\overline{\tau}_H = 0,02 \text{ МПа}$.
Топырақтағы белсенді шөгу күші, (10) формула бойынша есептеледі:

$$T = 0,02 \times 0,6 = 0,012 \text{ МПа}$$

Топырақтың жұмысшы қабатындағы, мүмкін болатын шөгу күшін $T_{доп}$ (11) формула арқылы анықтаймыз, мұндағы $C_{nec} = 0,006 \text{ МПа}$, $k_1=0,6$; $k_3=6,0$ (ірілігі орташа құм үшін); k_2 - 5 сурет бойынша келтірілген есептік қарқынға байланысты N_t , (12) формула:

$$N_t = 803 \text{ авт/сут}; k_2 = 0,81$$

$$T_{доп} = 0,006 \times 0,6 \times 0,81 \times 6,0 = 0,0175 \text{ МПа}$$

(2) формула арқылы шөгу белгісінің шартының орындалуын тексереміз:

$$T_{доп}/T_p = 0,0175/0,012 = 1,46$$

Яғни, конструкция негіздің құмды қабатындағы шөгудің төзімділік шартын қанағаттандырады.

7. Конструкцияның, асфальт-бетон қабаттарының иілу кезіндегі созылуынан шаршап бұзылуға қарсыласуын есептейміз.

Еспетеуді келесі реттілікте жүргіземіз:

Конструкцияны екі қабатты модельге келтіреміз, мұндағы төменгі қабат - асфальт-бетон қабатынан, төмен орналасқан конструкцияның бөлігі, яғни битуммен күшейтілген қиыршық тас, және негіздің құмды қабаттары және жер жабуының жұмысшы қабатының топырағы. Модельдің төменгі қабатының серпімділік модулін 2 суреттегі номограмма арқылы анықтаймыз, жалпы модульдің екі қабатты жүйесіне секілді:

$$E_H = E_{общ}^{иоб} = 180 \text{ МПа.}$$

Жоғарғы қабат қатарына барлық асфальт-бетон қабаттарын жатқызамыз. Моделдің жоғарғы қабатының серпімділік модулін (13) формула арқылы есептейміз:

$$E_B = \frac{4500 \cdot 6 + 2800 \cdot 9}{15} = 3480 \text{ МПа}$$

Қатынасы бойынша $\frac{E_B}{E_H} = \frac{3480}{210} = 16,57$ и $\frac{h_B}{D} = \frac{15}{42} = 0,36$ номограмма арқылы 6

сурет $\bar{\sigma}_r = 2,10 \text{ МПа}$ анықтаймыз.

Есептік созылмалы күшті (14) формула арқылы есептейміз:

$$\sigma_r = 2,10 \cdot 0,6 \cdot 0,85 = 1,071 \text{ МПа.}$$

Шектік созылмалы күшін (15) формула арқылы табамыз: асфальт-бетон пакетінің төменгі қабаты үшін $\bar{R}_y = 1,6$ МПа болғанда (Б. қосымшасының, Б.2 кестесі); $\nu_R = 0,10$; $t = 1,71$ (В. қосымшасының, В.2 кестесі).

Шаршау коэффициенті K_y (16) формула бойынша есептеледі, соңғы қызмет жылындағы келтірілген жүру қарқынының мәні $N_t = 803$ өл/тәу (шөгу есебін қара); ϕ – теңдеу параметрі, тығыз және қуысты асфальт-бетон үшін $\phi = 0,16$ тең (5.3.4б. сай).

$$K_y = \left(\frac{803}{1000} \right)^{-0,16} = 1,036$$

$$K_m = 0,8 \text{ (см. Таблица 5)}$$

$$R_N = 1,6 \times (1 - 0,1 \times 1,71) \times 1,036 \times 0,80 = 1,099 \text{ МПа}$$

$$K_{np} = \frac{R_N}{\sigma_r} = \frac{1,099}{1,071} = 1,03.$$

Яғни, таңдалған конструкция асфальт-бетон қабаттарының иілу кезіндегі созылудан шаршап бұзылуына қарсыласу беріктік белгісін қанағаттандырады.

Конструкцияның суыққа төзімділігін тексеру

Қосымша шарттар:

Есепті биіктігі 100 см болатын, үйме үшін жер асты суы күндізгі жер бетінен 250 см тереңдікте орналасатын (жер төсемінің төменгі жағынан 275 см тереңдікте сәйкесінше) орындайды.

1 Гидрометеозқызмет мәліметтерінен тоңданудың орташа тереңдігін $Z = 195$ см Астана қалалық жағдайы үшін, табамыз және жол конструкциясының тоңдану тереңдігін анықтаймыз:

$$Z = 195 + 71 = 266 \text{ см,}$$

мұндағы 71 см - жолдың тоңдану тереңдігін анықтау түзетуі.

2 Номограмма бойынша тоңдану тереңдігі 266 см (8 сурет) иірілімді топырақтар үшін (ауыр балшық), суықтан иірілу мәнін орташаланған жағдай үшін, жол төсемінің қалыңдығы 77 см: $Z_1/Z = 77/266 = 0,29$; $Z/H = 266/350 = 0,76$; $l_{н\text{уч}} \times \alpha_0 / B \times Z = 0,48$; анықтаймыз, α_0 карта арқылы (10 сурет) -190 см; $B = 4,0$ (8 кесте) – ауыр шаңды балшық үшін анықтаймыз; $l_{н\text{уч}(ср)} = 2,69$ см, мүмкін болатыннан кем, 4 см тең (6 кестеге сай).

Суыққа төзімділік шарты орындалады.

ӘӨЖ 625.75.752

МСЖ 93.080.01, 93.080.10, 93.080.20

Негізгі сөздер: автомобиль жолдары, жол-құрылыс материалдары, қатты емес үлгідегі жол төсемдері, автомобильдің есептік күші

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	IV
1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	1
2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	1
3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	2
4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	2
5 РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НА ПРОЧНОСТЬ	9
5.1 Общие положения	9
5.2 Расчетные нагрузки	11
5.3 Расчет дорожных одежд на сопротивление монолитных слоев растяжению при изгибе.....	24
6 РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ НА МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ	28
7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД.....	46
Приложение А (обязательное) Расчетные нагрузки	48
Приложение Б (обязательное) Нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных характеристик конструктивных слоев из различных дорожно-строительных материалов	62
Приложение В (обязательное) Расчетные характеристики грунтов	69
Приложение Г (информационное) Пример расчета	73

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий свод правил разработан с целью развития и обеспечения обязательных требований, заложенных в строительных нормах «Автомобильные дороги» и описывает приемлемые решения проектирования.

Свод правил устанавливает оправдавшие себя и проверенные практикой положения в развитие и обеспечение обязательных требований строительных норм «Автомобильные дороги» или по отдельным самостоятельным вопросам, не регламентированным обязательными нормами.

Настоящий свод правил, применяемый совместно с другими нормативными актами и техническими документами, приведенными в разделе «Нормативные ссылки» образует комплекс взаимосвязанных документов, рекомендуемых для применения в области проектирования вновь строящихся, реконструируемых и перестраиваемых в плане и продольном профиле участков капитально ремонтируемых автомобильных дорог общего пользования.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НЕЖЕСТКОГО ТИПА

FLEXIBLE PAVEMENT DESIGN

Дата введения - 2015-07-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий свод правил разработан в развитие требований строительных норм СН РК 3.03-01.

1.2 Главной целью разработки свода правил является описание приемлемых решений процессов проектирования жестких дорожных одежд для вновь строящихся, реконструируемых и перестраиваемых, капитально ремонтируемых автомобильных дорог на территории Республики Казахстан.

Приемлемые решения не являются единственным способом выполнения требований строительных норм.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Для применения настоящего свода правил необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

СН РК 3.03-01 - 2013 Автомобильные дороги.

СП РК 3.03-101- 2013 Автомобильные дороги.

ГОСТ 22733-2002 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности.

ГОСТ 25607-2009 Смеси щебеночно - гравийно-песчаные для покрытия и оснований автомобильных дорог, и аэродромов. Технические условия.

ГОСТ 8267-93* Щебень и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия.

ГОСТ 8736-93* Песок для строительных работ. Технические условия.

ГОСТ 30491-97* Смеси органоминеральные и грунты, укрепленные органическими вяжущими, для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия.

ГОСТ 3344-83** Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия.

ПР РК 218-05.1-05 Инструкция по назначению межремонтных сроков службы жестких дорожных одежд и покрытий.

Р РК 218-15-98 Рекомендации по выбору вариантов дорожных одежд в зависимости от их транспортно-эксплуатационного состояния с типовыми конструкциями усиления.

Р РК 218-05-97 Рекомендации по оценке прочности и расчету усиления жестких дорожных одежд.

СП РК 3.03-104-2014*

СТ РК 973-2004 Каменные материалы и грунты, обработанные неорганическими вяжущими для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия.

СТ РК 1215-2003 Щебень черный. Технические условия.

СТ РК 1549-2006 Смеси щебеночно-гравийно-песчаные и щебень для покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия.

СТ РК 1373-2013 Битумы и битумные вяжущие. Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия.

Примечание - При пользовании целесообразно проверить действие ссылочных документов по информационным «Перечню нормативных правовых и нормативно-технических актов в сфере архитектуры, градостроительства и строительства, действующих на территории Республики Казахстан», «Указателю нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан» и «Указателю межгосударственных нормативных документов по стандартизации Республики Казахстан», составляемых ежегодно по состоянию на текущий год и соответствующим ежемесячно издаваемым информационным бюллетеням-журналам и указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим нормативом следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем своде правил применяются термины с соответствующими определениями, изложенными в строительных нормах СН РК 3.03-01.

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Классификация нежестких дорожных одежд и видов покрытий приведена в таблице 1.

4.2 Дорожную одежду проектируют с использованием следующих основных критериев надежности:

- сопротивление упругому прогибу всей конструкции;
- сопротивление сдвигу в грунтах и в неукрепленных материалах;
- сопротивление слоев из монолитных материалов усталостному разрушению при растяжении при изгибе.

Также в расчете используются дополнительные критерии надежности:

- сдвигоустойчивость асфальтобетонных слоев дорожной одежды;
- устойчивость асфальтобетонных слоев к совместному воздействию транспортной нагрузки и природно-климатических факторов.

4.3 Проектирование дорожной одежды осуществляют с учетом следующих граничных условий:

а) напряженно-деформированное состояние дорожной одежды под действием нагрузок описывается уравнениями линейной теории упругости для слоистого полупространства при сцеплении слоев по границе контакта;

б) силы инерции в расчетах не учитывают (квазистатическая задача);

в) предельное состояние дорожной одежды характеризуется показателями, зависящими от особенностей материалов каждого слоя дорожной одежды и грунта земляного полотна, а также от их размещения и условий работы в конструкции.

Таблица 1 – Классификация дорожных одежд и покрытий

Типы дорожных одежд	Основные виды покрытий	Категории дорог
Капитальные	Асфальтобетонные (из горячих асфальтобетонных смесей)	I - IV
Облегченные	Асфальтобетонные (из горячих и холодных асфальтобетонных смесей)	III, IV
Переходные	Из органоминеральных смесей с жидкими органическими вяжущими, жидкими органическими вяжущими совместно с минеральными; с вязкими, в т.ч. эмульгированными органическими вяжущими; с эмульгированными органическими вяжущими совместно с минеральными; из каменных материалов, обработанных битумом по способу смешения на дороге или методами пропитки; каменные материалы, обработанные органическими вяжущими, в т.ч. отходами промышленности; из каменных материалов, обработанных неорганическими вяжущими; черного щебня, приготовленного в установке и уложенного по способу заклинки; из пористой и высокопористой асфальтобетонной смеси с поверхностной обработкой; из прочного щебня с двойной поверхностной обработкой	IV, V
Переходные	Из щебня прочных пород, устроенных по способу заклинки без применения вяжущих материалов; из грунтов и малопрочных каменных материалов, укрепленных органическими, неорганическими или комплексными вяжущими; булыжного и колотого камня (мостовые)	IV, V и на первой стадии двухстадийного строительства дорог III категории
Низшие	Из щебеночно-гравийно-песчаных смесей; малопрочных каменных материалов и шлаков; грунтов, укрепленных или улучшенных различными местными материалами	V и на первой стадии двухстадийного строительства дорог IV категории

4.4 Конструкция дорожной одежды, ее общая толщина и толщина отдельных слоев, а также применяемые материалы должны обеспечивать при воздействии расчетных транспортных нагрузок стабильную во времени надежность, ровность и шероховатость покрытия.

4.5 Запроектированная дорожная одежда должна быть не только прочной и надежной в эксплуатации, но экономичной и наименее материалоемкой, особенно по расходу дорогостоящих материалов и энергоресурсов, а также должна соответствовать экологическим требованиям.

4.6 При проектировании дорожных одежд необходимо выбирать оптимальные дорожно-строительные материалы и назначать их рациональное размещение в конструкции с учетом грунтово-гидрологических условий земляного полотна.

4.7 Выбор конструкции дорожной одежды и типа покрытия, обосновывают технико-экономическим анализом вариантов с оценкой экономической эффективности капитальных вложений.

4.8 Толщины слоев дорожной одежды назначают на основании расчета, однако их величина должна быть не менее:

- асфальтобетон крупнозернистый не менее 6 см;
- асфальтобетон мелкозернистый не менее 4 см;
- асфальтобетон песчаный, в т.ч. холодный не менее 3 см;
- асфальтобетон щебеночно-мастичный (ЩМА-15; ЩМА-20) не менее 4 см;
- щебеночные (гравийные) материалы, обработанные органическими вяжущими, не менее 8 см;
- щебеночные и гравийные материалы, не обработанные вяжущими на песчаном основании, не менее 15 см, на прочном основании (каменном или из укрепленного грунта) не менее 8 см;
- каменные материалы и грунты, обработанные органическими или смеси щебеночно-гравийно-песчаные и грунт, обработанные неорганическими вяжущими, не менее 10 см;
- асфальтобетонный измельченный лом, обработанный медленно твердеющим вяжущим не менее 8 см;
- песок и гравийно-песчаная смесь на основании из грунта 15 см.

Толщину конструктивного слоя следует принимать во всех случаях не менее 1,5 размера наиболее крупной фракции, применяемого в слое минерального материала. В случае укладки каменных материалов на глинистые и суглинистые грунты следует предусматривать прослойку толщиной не менее 10 см из песка, высевок, укрепленного грунта или других водостойчивых материалов.

4.9 Для предотвращения появления температурных трещин на покрытии, толщину слоев из материалов, содержащих органическое вяжущее и укладываемых на верхний слой основания из материалов, укрепленных минеральным вяжущим, следует принимать не менее толщин укрепленных минеральным вяжущим слоев основания. При этом толщина слоев, содержащих органическое вяжущее, должна быть не менее 0,16 м для капитального типа дорожной одежды и не менее 0,12 м — для облегченного.

4.10 На автомобильных дорогах I и II категорий, а также на дорогах, предназначенных для движения группы грузов А₂, нижний слой покрытия из пористых асфальтобетонных смесей должен быть запроектирован с использованием щебеночных отсевов дробления и с содержанием щебня не менее 60 % от массы заполнителя либо из плотных крупнозернистых асфальтобетонных смесей с содержанием щебня не менее 50 % от массы заполнителя.

4.11* Если в дополнительном слое основания применяют песок со степенью неоднородности (по ГОСТ 8736) менее 3, то поверх него следует предусматривать укладку защитного (технологического) слоя из щебеночно-гравийно-песчаной смеси, отсевов дробления изверженных горных пород, гравелистых или крупных песков оптимального состава, а также из цементопеска. При степени показателя неоднородности песка 2-3 толщина защитного слоя принимается равной 10 см, при степени неоднородности менее 2, устраивают защитный слой толщиной 15-20 см. В расчетах дорожной одежды на прочность, толщину защитного слоя включают в толщину дополнительного слоя основания. Вместо защитного слоя целесообразно применять геотекстильные материалы с прочностью на статическое продавливание не менее 3 кН для предотвращения взаимопроникновения материалов смежных слоев. *(Изм.ред. – приказ КДСиЖКХ от 13.02.2024 г. №26- НК)*

4.12 В случае использования в основании местных малопрочных каменных материалов (щебень с маркой по прочнотчи не ниже 200, гравий и щебень из гравия по дробимости не ниже Др 24, песчано-гравийные смеси, гравелистые пески и другие сдвигоустойчивые материалы с модулем упругости ниже 250 МПа) необходимо предусматривать несущий слой основания из прочного щебня, либо из укрепленных неорганическими вяжущими материалов, с соблюдением минимальной толщины слоя.

4.13 При конструировании дорожной одежды со слоями из зернистых и слабосвязных материалов необходимо стремиться к обеспечению повышения жесткости от нижележащих слоев к вышележащим.

С целью предотвращения возникновения в зернистом слое существенных растягивающих напряжений целесообразно проектировать конструкцию так, чтобы отношение значений модулей упругости смежных слоев не превышало 5,0. При конструировании одежды со слоями из монолитных (плотных) материалов следует также стремиться к уменьшению величины этого отношения.

4.14 В III дорожно-климатической зоне, если общая толщина дорожной одежды, установленная по условиям морозоустойчивости, больше толщины по условиям прочности, то следует предусмотреть дополнительные морозозащитные или теплоизоляционные слои. В этом случае конструкцию основания дорожной одежды назначают одновременно с проектированием морозозащитных или теплоизоляционных и дренирующих слоев.

4.15 При проектировании дорожных одежд для конкретных объектов или при разработке типовых конструкций дорожных одежд следует учитывать данные научно-практического опыта (в том числе в части применения местных материалов, уточнения их расчетных характеристик и т. п.), отраженного в действующих методических документах, утвержденных в установленном порядке.

4.16 Расчетный срок службы проектируемой дорожной одежды и соответствующий ему требуемый коэффициент надежности назначают согласно пункту 5.1.7.

4.17* При укладке крупнообломочного материала (типа щебня, гравия, шлака) непосредственно на грунт земляного полотна следует предусматривать прослойку, препятствующую взаимопрониканию материалов смежных слоев из мелкого щебня, высевок (0-10 мм), гравийно-песчаных смесей, крупных и средней крупности песков,

непылеватых шлаков, непучинистых золошлаков, синтетических текстильных материалов и др.

Толщина защитной прослойки из грунта, укрепленного вяжущими, должна составлять 5-8 см; из зернистого материала – от 5 до 20 см в зависимости от степени увлажнения грунта земляного полотна. Прослойку из геотекстильных материалов с прочностью на разрыв не менее 30 кН/м следует предусматривать при укладке крупнопористых материалов на песчаный слой на дорогах I-III категорий. При необходимости данные прослойки могут обосновываться как армирующие на основании расчетов дорожной одежды, согласно отраслевым нормативно-техническим документам.

Капилляропрерывающие прослойки толщиной от 0,10 до 0,15 м из крупного песка или гравия предусматривают на всю ширину земляного полотна. Прослойки из зернистых материалов следует проектировать в «обойме» из геотекстильных материалов, выполняющих роль фильтра.

Если материал основания в виде щебня, гравия, шлака и т.п. укладывается непосредственно на грунт земляного полотна, предусматривают защитные (технологические) слои, препятствующие взаимопрониканию материалов смежных слоев. В качестве материалов для устройства защитного слоя следует применять песчано-гравийные смеси, крупные и средней крупности пески, гранитный отсев дробления и т.п. Взамен защитного слоя целесообразно применять на границе контакта слоев геосинтетические материалы с прочностью на статическое продавливание не менее 3 кН. *(Изм.ред. – приказ КДСиЖКХ от 13.02.2024 г. №26-НК)*

4.18 Для повышения монолитности и прочности слоев из кислых малоактивных шлаков с модулем основности менее единицы следует предусматривать добавку к шлаковому щебню мелких частиц из активных шлаков и 2 – 3 % гашеной извести или 20 - 25 % (от массы щебня) молотого гранулированного шлака. Для устройства слоев дорожных одежд с улучшенными прочностными и деформационными качествами применяется шлаковый щебень, обработанный органическими и минеральными вяжущими.

4.19 Конструкции дорожных одежд могут иметь один или два слоя из шлакоминеральных материалов. Толщины слоев из шлако-минеральных материалов смешанных в установках от 10 см до 24 см. Смешанные на дороге (полигоне) от 10 см до 18 см. При этом однослойные основания и покрытия должны иметь толщину не менее 15 см.

4.20 Слои оснований из золоминеральных материалов рекомендуется устраивать шире покрытий или верхнего слоя основания, устраиваемого из другого материала, не менее чем на 0,30 м с каждой стороны.

4.21 В целях создания благоприятного влажностного режима твердения золоминерального материала при укладке золоминеральной смеси на земляное полотно, устроенное из песчаных грунтов, на его поверхности рекомендуется наносить пленкообразующие материалы: битумные эмульсии, разжиженные или жидкие битумы, лак, этиноль, помароль ПМ-86 или ПМ-100 в количестве 1,0 - 1,2 л/м².

4.22 Эффективным мероприятием по повышению стабильности земляного полотна является укрепление его верхнего слоя небольшим количеством вяжущих (например, 3-4 % цемента, 10-15 % зол уноса или гранулированными шлаками, известью и т.п.).

Укрепление верхнего слоя целесообразно в тех случаях, когда расчетный модуль упругости грунта меньше 40 МПа, т.е. при расчетной влажности грунта более 0,7 предела текучести. Укрепление верхнего слоя земляного полотна стабилизирует его физико-механические свойства и повышает модуль упругости, уменьшает расход стандартных материалов на устройство дорожной одежды, повышает ее технико-эксплуатационные параметры.

4.23 В целях обеспечения благоприятных условий работы прикромочных частей дорожной одежды слои основания, укрепленные органическими или неорганическими вяжущими, устраивают на 0,6 м шире слоя покрытия с заложением откоса 1:1. Нижний слой основания (неукрепленный) устраивают на 0,6 м шире верхнего слоя основания (считая от подошвы верхнего слоя) с заложением откоса 1:1,5. Дополнительный слой из песка или другого зернистого материала устраивается на 1,0 м шире подошвы нижнего слоя основания (либо на всю ширину основания) с заложением откоса 1:1,5. Кроме того, на дорожных одеждах капитального типа предусматривается установка бортовых камней, плит или устройство монолитного бортика.

4.24 Слои из зернистых материалов с коэффициентом фильтрации не менее 1 - 2 м/сут могут выполнять также функцию дренирующего слоя. В этом случае его устраивают на всю ширину земляного полотна с выходом на откосы насыпи или укладкой трубчатых дренажей или других водоотводящих устройств. Ширина морозозащитного дренирующего слоя должна превышать ширину вышележащего слоя не менее чем на 0,5 м с каждой стороны.

4.25 В местах примыкания конструктивных слоев необходимо предусматривать переходную зону, в пределах которой конструкция дорожной одежды должна изменяться таким образом, чтобы на концах этой зоны пучение грунтов соответствовало бы зимнему поднятию на сопрягаемых участках. Длину переходной зоны назначают таким образом, чтобы интенсивность изменения пучения грунта не превышала 0,2 см/м при устройстве асфальтобетонного покрытия.

4.26 В особо неблагоприятных грунтово-гидрогеологических условиях («мокрые» выемки, земляное полотно в нулевых отметках, низкие насыпи, где глубина промерзания превышает расстояние от поверхности покрытия до уровня грунтовых вод или длительно застаивающихся поверхностных вод) следует рассматривать возможность применения пенопластов с учетом технико-экономического обоснования. Кроме того, в качестве теплоизоляционного материала рекомендуется использовать легкие бетоны, композиции из укрепленных вяжущими местными материалами (грунтов) или отходов промышленности и пористых заполнителей (керамзит, перлит, аглопорит, гранулы полистирола, измельченные отходы пенопласта) и др. Расстояние от поверхности покрытия до теплоизолирующего слоя из пенопласта должно быть не менее 0,5 м (для исключения гололеда), а его ширина должна превышать ширину проезжей части на 0,5 - 1,5 м с каждой стороны в зависимости от глубины промерзания земляного полотна, а при расчете на недопущение промерзания грунтов под дорожной одеждой до 2,0 м.

Требуемый коэффициент фильтрации материала дренирующего слоя определяют расчетом, учитывая геометрические параметры проезжей части и другие условия, вместе с тем, он должен составлять не менее 1 м/сут на участках в насыпи и 2 м/сут в выемке.

4.27 Для снижения накопления влаги в верхней части земляного полотна рекомендуется предусматривать водонепроницаемые прослойки из различных материалов на всю ширину земляного полотна. При ширине земляного полотна более 15 м и наличии водонепроницаемого покрытия допускается устройство замкнутых прослоек («обойм») на ширину всей проезжей части. Глубина заложения прослойки от поверхности покрытия в III дорожно-климатической зоне должна быть более 80 см, в IV – 70 см и в V – 65 см.

4.28 Капилляропрерывающие прослойки толщиной 10-15 см из крупнозернистого песка или гравия устраивают на всю ширину земляного полотна. Для предохранения от быстрого загрязнения под прослойкой и над ней необходимо предусматривать фильтрующие слои.

4.29 Для устройства несущего слоя основания в зависимости от расчетных условий движения могут применяться монолитные материалы из местных природных и искусственных каменных материалов, песков и грунтов, укрепленных портландцементом и различными минеральными вяжущими на основе: доменных и фосфорных шлаков (шлаковые и шлакосиликатные вяжущие), зол уноса тепловых электростанций (зольное вяжущее), бокситового шлама (шламовое вяжущее), а также на основе самоцементирующихся материалов из отходов производства, в том числе в смеси с цементом и указанными минеральными вяжущими. К самоцементирующимся материалам относятся щебеночные и песчаные фракции из фосфорных и доменных шлаков, бокситовых шламов и фосфогипса с содержанием мелкой фракции менее 0,14 мм в количестве не менее 10 % по массе, а также измельченный асфальтовый лом с содержанием битума не менее 4 % по массе.

Конструкции дорожных одежд могут иметь один или два слоя из шлакоминеральных материалов. Толщины слоев из шлако-минеральных материалов смешанных в установках от 10 см до 24 см. Смешанные на дороге (полигоне) от 10 см до 18 см. При этом однослойные основания и покрытия должны иметь толщину не менее 15 см.

4.30 При конструировании дорожной одежды из высокоактивных и активных шлаков, допускается их применение в слоях покрытия на автомобильных дорогах IV - V категорий и оснований (из улучшенных и неулучшенных шлаков) на дорогах II - V категорий. Щебень неустойчивой структуры из активных шлаков допускается использовать только в основаниях, а щебень из малоактивных шлаков неустойчивой структуры - после приобретения им устойчивой структуры.

Для повышения монолитности и прочности слоев из кислых малоактивных шлаков с модулем основности менее единицы следует предусматривать добавку к шлаковому щебню мелких частиц из активных шлаков и 2 – 3 % гашеной извести или 20 – 25 % (от массы щебня) молотого гранулированного шлака.

Для устройства слоев дорожных одежд с улучшенными прочностными и деформационными качествами применяется шлаковый щебень, обработанный органическими и минеральными вяжущими.

4.31 Дорожные одежды с покрытием из обработанных или необработанных малопрочных материалов на песчаном, гравийном и щебеночном основаниях или на основаниях из укрепленного грунта допускается устраивать в V дорожно-климатической зоне при интенсивности движения не более 100 авт/сут с нагрузкой на ось не более 70 кН. При большей интенсивности движения и большей нагрузкой на ось всегда следует

предусматривать обработку малопрочных материалов органическими и неорганическими вяжущими.

Для устройства оснований под усовершенствованные покрытия или покрытия на автомобильных дорогах IV - V категорий допускается использовать щебеночно-гравийно-песчаные смеси на основе слабого известнякового щебня, ракушечника, речных песчаников и др., а также гравийные материалы, укрепленные неорганическим вяжущим.

4.32 При проектировании дорожных одежд с покрытиями переходного типа следует стремиться к тому, чтобы они состояли из 2 слоев.

4.33 С целью обеспечения нормальных условий работы краевых полос дорожной одежды основание проектируют на 0,5 метра шире, чем проезжая часть и укрепленные полосы, а дренирующий слой, при его наличии, проектируют на всю ширину земляного полотна.

4.34 При проектировании дорожных одежд магистральных улиц общегородского значения и дорог грузового движения с асфальтобетонными покрытиями в верхнем слое основания необходимо применять только монолитные материалы из крупнозернистых пористых и высокопористых асфальтобетонных смесей, укатываемого цементобетона марок 75-150, а также щебня, обработанного по методу пропитки цементопесчанной смесью (раствором).

4.35 При отсутствии ливневой канализации следует предусматривать продольные и поперечные дренажи мелкого заложения как элемент дорожной одежды. Продольный дренаж нужно устраивать при продольном уклоне проезжей части менее 30 ‰, а поперечный – при продольных уклонах 30 ‰ и более.

5 РАСЧЕТ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД НА ПРОЧНОСТЬ

5.1 Общие положения

5.1.1 Дорожные одежды капитального и облегченного типа независимо от группы расчетной нагрузки рассчитывают на прочность по трем критериям:

- сопротивление упругому прогибу всей конструкции;
- сопротивление сдвигу в грунтах и слоях из слабосвязанных материалов;
- сопротивление растяжению при изгибе монолитных слоев.

5.1.2 Расчет выполняют с учетом заданного уровня надежности при односторонней доверительной вероятности. Уровень надежности должен быть задан на стадии проектирования. Вместе с тем, он не может быть ниже значений, представленных в пункте 5.1.7.

5.1.3 В зависимости от уровня надежности определяется коэффициент прочности, который представляет собой отношение расчетных значений по критериям прочности к требуемым (допустимым) из условия ее обеспечения. Коэффициент прочности является основным показателем работоспособности дорожной конструкции по трем критериям прочности, который с заданной надежностью гарантирует безотказную работу в пределах межремонтного срока службы согласно ПР РК 218-05.

5.1.4 Конструкция дорожной одежды удовлетворяет требованиям надежности и прочности по критерию упругого прогиба, если:

$$K_{np} \leq \frac{E_p}{E_{mp}}, \quad (1)$$

где E_p - расчетный модуль упругости конструкции дорожной одежды, МПа;

E_{mp} - требуемый модуль упругости с учетом интенсивности воздействия расчетной нагрузки, МПа.

5.1.5 Конструкция дорожной одежды удовлетворяет требованиям надежности и прочности по критерию сдвига, если:

$$K_{np} \leq \frac{T_{дон}}{T_p}, \quad (2)$$

где $T_{дон}$ - допускаемое напряжение сдвига в грунте, МПа;

T_p - расчетное активное напряжение сдвига в грунте от действующей нагрузки, МПа.

5.1.6 Конструкция дорожной одежды удовлетворяет требованиям надежности и прочности по критерию растяжения при изгибе, если:

$$K_{np} \leq \frac{R_N}{\sigma_r}, \quad (3)$$

где R_N - предельное допустимое растягивающее напряжение в материале слоя с учетом усталостных явлений, МПа;

σ_r - расчетное наибольшее растягивающее напряжение в материале слоя, МПа.

5.1.7 Общая процедура расчета дорожной одежды заключается в следующем:

- выполняют расчет по критерию упругого прогиба с учетом определения требуемого модуля упругости и предварительного назначения конструкции дорожной одежды;
- продолжают расчет дорожной одежды по сдвигоустойчивости материалов конструктивных слоев и грунта земляного полотна;
- затем рассчитывают монолитные слои дорожной одежды на растяжение при изгибе.

Коэффициенты прочности по всем трем критериям должны быть не менее значений, представленных ниже

- для капитального типа дорожной одежды I - II категории дорог коэффициент надежности K_n - 0,95; коэффициент прочности $K_{пр}$ – 1,0
- для капитального типа дорожной одежды III категории дорог коэффициент надежности K_n - 0,90; Коэффициент прочности $K_{пр}$ – 0,94
- для облегченного типа дорожной одежды коэффициент надежности K_n - 0,85; Коэффициент прочности $K_{пр}$ – 0,90
- для переходного типа дорожной одежды коэффициент надежности K_n - 0,85; Коэффициент прочности $K_{пр}$ – 0,90

Дорожные одежды переходного типа рассчитывают только по двум критериям: упругому прогибу и сдвигоустойчивости.

5.2 Расчетные нагрузки

5.2.1 Основные расчетные нагрузки учитываются согласно нагрузок, представленных ниже:

- группа A_1 – нормативная статическая нагрузка на одиночную ось расчетного автомобиля 100 кН;
- группа A_2 – нормативная статическая нагрузка на одиночную ось расчетного автомобиля 130 кН.

При отсутствии в перспективном составе транспортного потока автомобилей с нагрузкой на одиночную ось свыше 120 кН расчетная нагрузка принимается равной:

100 кН - в случае, когда доля автомобилей с нагрузкой на одиночную ось свыше 100 кН не превышает 5 % от общего количества грузовых автомобилей;

130 кН - когда число таких автомобилей составляет более 5 % общего количества грузовых автомобилей.

При наличии в перспективном составе движения на межремонтный срок службы дорожной одежды автомобилей с нагрузкой на одиночную ось в пределах 120 - 130 кН, а также при проектировании дорожных одежд на автомобильных дорогах международного значения, расчетная нагрузка должна приниматься равной 130 кН.

В случае, когда в составе транспортного потока с учетом перспективы на межремонтный срок службы дорожной одежды присутствуют автомобили с расчетной нагрузкой на одиночную ось превышающей 130 кН, то за расчетную следует принимать фактическое значение осевой нагрузки, а расчет дорожных одежд осуществлять согласно методическим положениям применительно к специализированным тяжеловесным транспортным средствам.

5.2.2 Расчетными параметрами, характеризующими степень воздействия и ее повторяемость на дорожную одежду от расчетной нагрузки являются:

- расчетное удельное давление колеса на покрытие - P , МПа;
- расчетный диаметр круга, равновеликого площади отпечатка сдвоенных колес расчетного автомобиля, D , см;
- расчетное суммарное количество приложений расчетной нагрузки за межремонтный срок службы дорожной одежды.

Величина P представляет собой отношение нагрузки на два спаренных колеса расчетного автомобиля к общей площади контакта этих двух колес с дорожным покрытием. Численно величина P равна давлению воздуха в шинах. Расчетный диаметр D определяется по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{40 \cdot Q_p}{\pi \cdot P}}, \quad (4)$$

где Q_p - нагрузка на два спаренных колеса расчетного автомобиля, кН;

P - давление в шине, МПа.

Значения параметров P и D представлены в приложении А.

5.2.3 Для определения расчетного суммарного количества приложений расчетной нагрузки за межремонтный срок службы дорожной одежды необходимо располагать данными об интенсивности и составе движения транспорта и изменении их во времени.

Общую интенсивность движения на первый год службы (планируемый год сдачи дороги в эксплуатацию) приводят к расчетным автомобилям:

$$N_p = f_{пол} \sum_{m=1}^n N_m S_{m, сум.}, \quad (5)$$

где N_p - расчетная интенсивность движения автомобильного транспорта в первый год службы, приведенная к расчетной нагрузке с учетом количества полос движения, авт./сут.;

$f_{пол}$ - коэффициент, учитывающий число полос движения и распределение движения по ним (таблица 2);

n - общее число различных марок транспортных средств m в составе транспортного потока;

N_m - интенсивность движения транспортных средств марки m , авт./сут.;

$S_{m, сум.}$ - суммарный коэффициент приведения воздействия на дорожную одежду транспортного средства m -й марки к расчетной нагрузке $Q_{расч.}$ (см. приложение А).

Таблица 2 – Коэффициент полосности

Число полос движения	Значение коэффициента $f_{пол}$ для полосы номер		
	1	2	3
1	1,00	-	-
2	0,55	-	-
3	0,50	0,50	-
4	0,35	0,20	-
6	0,30	0,20	0,05

Примечание -

- Порядковый номер полосы считается справа по ходу движения в одном направлении.
- Для расчета обочин принимается $f_{пол} = 0,01$.
- На многополосных дорогах допускается проектировать одежду переменной толщины по ширине проезжей части, рассчитав дорожную одежду в пределах различных полос в соответствии со значениями N_p найденными по формуле (5).
- На перекрестках и подходах к ним (в местах перестройки потока автомобилей для выполнения левых поворотов и др.) при расчете одежды в пределах всех полос движения принимается $f_{пол} = 0,50$, если общее число полос проезжей части проектируемой дороги более трех.

5.2.4 Расчетное суммарное количество приложений расчетной нагрузки к дорожной конструкции за срок службы определяют по формуле:

$$\sum N_p = n_p N_p \frac{q^T - 1}{q - 1}, \quad (6)$$

где n_p – количество дней в году с расчетным движением транспорта, 365 дней*;

q – коэффициент изменения интенсивности движения, приведенной к расчетной нагрузке,

T – расчетный срок службы, лет.

Величина q представляет собой отношение приведенной интенсивности движения транспорта в n году к интенсивности движения в предыдущем $n-1$ году.

На реконструируемых дорогах эта величина определяется по данным предыдущих лет с учетом прогноза на перспективу по результатам экономических изысканий. В большинстве усредненных условий развития автомобильных перевозок $q = 1,02 - 1,05$. На международных маршрутах величина q может составлять 1,04 - 1,06 и более.

За расчетный срок службы дорожной одежды T следует принимать дифференцированный межремонтный срок службы, определяемый согласно требований, изложенных в ПР РК 218-05. Интервалы назначения дифференцированных значений расчетного срока службы представлены в таблице 3.

*Для условий Казахстана $n_p = 365$ дней, т.к. при установлении уравнения требуемых модулей упругости в расчетах была принята среднегодовая среднесуточная интенсивность движения, приведенная к расчетной нагрузке

Таблица 3 – Расчетные сроки службы конструкций дорожных одежд

Категория дороги	Тип дорожной одежды	Интервал назначения расчетного срока службы T , годы
I	Капитальный	16-20
II	Капитальный	15-20
III	Капитальный	14-20
	Облегченный	11-16
IV	Облегченный	9-14
	Переходный	6-10
V	Переходный	6-8
Примечание - 1 Большие значения принимаются при проектировании новых дорожных одежд или реконструкции, низкие значения – при капитальном ремонте существующих одежд; 2 Для проектирования и расчета нежестких дорожных одежд на международных маршрутах следует предусматривать капитальный тип дорожной одежды, с соответствующим для него дифференцированным расчетным сроком службы, но не менее 16 лет.		

5.2.5 Исходя из условия прочности (формула 1), дорожную одежду конструируют таким образом, чтобы на ее поверхности был обеспечен общий модуль упругости, равный расчетному:

$$E_{обш.} = E_p = E_{тр} \cdot K_{пр} \quad (7)$$

Требуемый модуль упругости определяется в зависимости от расчетного суммарного количества приложений расчетной нагрузки (см. формулу 8) за срок службы конструкции дорожной одежды:

$$E_{mp} = A + B(\lg \sum N_p - C), \quad (8)$$

где A , B и C - параметры уравнения, равные $A=120$ МПа; $B=74$ МПа; для нагрузок A_1 , A_2 , соответственно $C=4,5$; $C=4,0$

$\sum N_p$ - расчетное суммарное количество приложений расчетной нагрузки, авт./сут (определяется по формуле (6) при $N_p \geq 10$ ед./сут).

Для дорог V дорожно-климатической зоны (ДКЗ) требуемые модули упругости следует уменьшить на 15 %. Причем уменьшение должно осуществляться дискретно: при удалении от границы с IV ДКЗ на каждые 10 км -1 %, т.е. при удалении на 150 км и более уменьшение $E_{тр}$ составит 15 %.

5.2.6 Для выполнения расчета по критерию упругого прогиба по формуле (7) определяют общий модуль упругости $E_{общ}$. Независимо от результата, полученного по формуле (7), общий модуль упругости должен быть не менее указанного в Таблице 4.

Таблица 4 – Минимальные значения общего модуля упругости

Категория дороги	Минимальный требуемый модуль упругости дорожной одежды, МПа		
	Капитального типа	Облегченного типа	Переходного типа
I	230	-	-
II	220	-	-
III	180	160	-
IV	-	130	90
V	-	100	80

Общий модуль упругости дорожной одежды, рассчитанный для нагрузки группы A_2 , независимо от результатов расчета, должен быть не менее 230 МПа.

Для дорожных одежд, рассчитанных на осевую нагрузку группы A_2 , следует предусматривать двухслойное асфальтобетонное покрытие общей толщиной не менее 15 см на основании, укрепленном органическими вяжущими, и не менее 15 см на основании, укрепленном неорганическими вяжущими. Обязательным является как минимум двухслойное основание. Верхний слой основания должен быть укреплен органическими, либо неорганическими или бесцементными вяжущими (зола уноса, шлаки и т.п.). При этом толщина верхнего слоя основания, укрепленного вяжущим материалом, независимо от результатов расчета должна быть не менее:

12 см – слой, укрепленные органическими вяжущими;

20 см – слой, укрепленные неорганическими вяжущими, в т.ч. зольными, шлаковыми и бокситовыми вяжущими.

5.2.7 Общая толщина верхних слоев из материалов, содержащих органическое вяжущее, назначается ориентировочно в зависимости от общего модуля упругости, рассчитанного по формуле (8):

Общий модуль упругости, МПа	до 125	125 - 180	180 - 220	220 - 250	Свыше 250
Толщина слоя, см	4 - 6	6 - 8	8 - 10	10 - 13	13 - 16

Для дорожных одежд, рассчитанных на осевую нагрузку группы А₂, следует предусматривать двухслойное асфальтобетонное покрытие общей толщиной не менее 15 см на основании, укрепленном органическими вяжущими, и не менее 15 см на основании, укрепленном неорганическими вяжущими.

Обязательным является как минимум двухслойное основание. Верхний слой основания должен быть укреплен органическими, либо неорганическими или бесцементными вяжущими (золы уноса, шлаки и т.п.). При этом толщина верхнего слоя основания, укрепленного вяжущим материалом, независимо от результатов расчета должна быть не менее:

12 см – слой, укрепленные органическими вяжущими;

20 см – слой, укрепленные неорганическими вяжущими, в т.ч. зольными, шлаковыми и бокситовыми вяжущими.

5.2.8 Послойный расчет дорожной одежды выполняют с использованием номограммы, которая связывает пять параметров двухслойной системы (рисунок 2): отношение E_2/E_1 ; отношение h/D и отношение $E_{общ}/E_1$, где E_1 – модуль упругости материала верхнего слоя, МПа; E_2 – модуль упругости на поверхности нижнего слоя, МПа; h – толщина верхнего слоя, см; D – расчетный диаметр круга отпечатка сдвоенных колес расчетного автомобиля (приложение А), см; $E_{общ}$ – общий модуль упругости на поверхности верхнего слоя, МПа.

Зная значения любых четырех параметров, можно определить пятый.

Послойный расчет многослойной конструкции можно вести снизу вверх, начиная с подстилающего одежду грунта, когда необходимо определить общий модуль упругости конструкции, или сверху вниз, когда заданы требуемый модуль и коэффициент прочности $K_{пр}$ дорожной одежды.

Для определения $E_{общ}$ на номограмме проводится вертикаль из точки на горизонтальной оси, соответствующей значению h/D , и горизонтальная прямая из точки на вертикальной оси, соответствующей отношению E_2/E_1 . Точка пересечения этих прямых дает искомое значение $E_{общ}/E_1$. Зная величину E_1 нетрудно вычислить $E_{общ}$.

При толщине i -го слоя многослойной дорожной одежды (счет слоев сверху вниз), превышающей $2D$, общий модуль упругости на поверхности i -го слоя:

$$E_{общ}^{(i)} = \frac{\left[1,05 - 0,1 \frac{h_i}{D} \left(1 - 3 \sqrt{E_{общ}^{(i+1)}/E_i} \right) \right] E_i}{0,71 \cdot 3 \sqrt{\frac{E_{общ}^{(i+1)}}{E_i} \arctg \left(\frac{1,35 h_i}{D} \right) + \frac{E_i}{E_{общ}^{(i+1)}} \cdot \frac{2}{\pi} \arctg \frac{D}{h_i}},$$

$$\text{где } \frac{h_3}{D} = \frac{2h_i}{D} \sqrt[3]{E_i / (6E_{\text{общ}}^{(i+1)})}, \quad (9)$$

i – номер рассматриваемого слоя дорожной одежды, считая сверху вниз ($i=1,2,3, \dots$);

h_i – толщина i -го слоя, см;

D – диаметр нагруженной площади, см;

$E_{\text{общ}}^{(i+1)}$ – общий модуль упругости полупространства, подстилающего i -й слой, МПа;

E_i – модуль упругости материала i -го слоя, МПа.

*5.2.9 Расчетные значения модулей упругости материалов следует назначать в соответствии с указаниями Приложения Б. Значения модуля упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, следует принимать при температуре $+10^\circ\text{C}$ во всех дорожно-климатических зонах. Так как конструкции дорожных одежд на перегонных участках подвергаются в основном воздействию подвижных нагрузок, а на стоянках, остановках, перекрестках и т. п. – статическому воздействию от транспортных средств, значения модуля упругости асфальтового бетона в Приложении Б в Таблице Б.3 даны применительно к этому виду режима нагружения конструкций.

Расчетные значения модулей упругости грунтов земляного полотна следует назначать в соответствии с указаниями Приложения В.

Допускается расчетные значения модулей асфальтобетонов, других дорожно-строительных материалов и грунтов земляного полотна назначать по результатам измерения прогибов на поверхностях конструктивных слоев дорожных одежд и земляного полотна существующих автомобильных дорог посредством установок динамического нагружения, обеспечивающих необходимые величины нагрузки и длительность нагружения. В этом случае для определения модуля упругости слоя используется номограмма (рисунок 1.1), которая связывает характеристики двухслойной упругой системы и нагрузки: отношения E_2/E_1 , $E_2/E_{\text{общ}}$ и h/D (п. 5.2.8).

Для повышения точности определения модуля упругости слоев допускается вместо номограммы (рисунок 1.1) использовать пакеты прикладных программ, реализующих совместный расчет дорожных одежд и земляного полотна как многослойную упругую систему методом конечных элементов, без использования упрощенной двухслойной расчетной схемы. С целью повышения точности расчетов перемещений, деформаций и напряжений в точках дорожной одежды и земляного полотна методом конечных элементов рекомендуется использовать конечные элементы второго и выше порядков (восьмиузловый двумерный элемент, двадцатиузловый трехмерный элемент и др.).

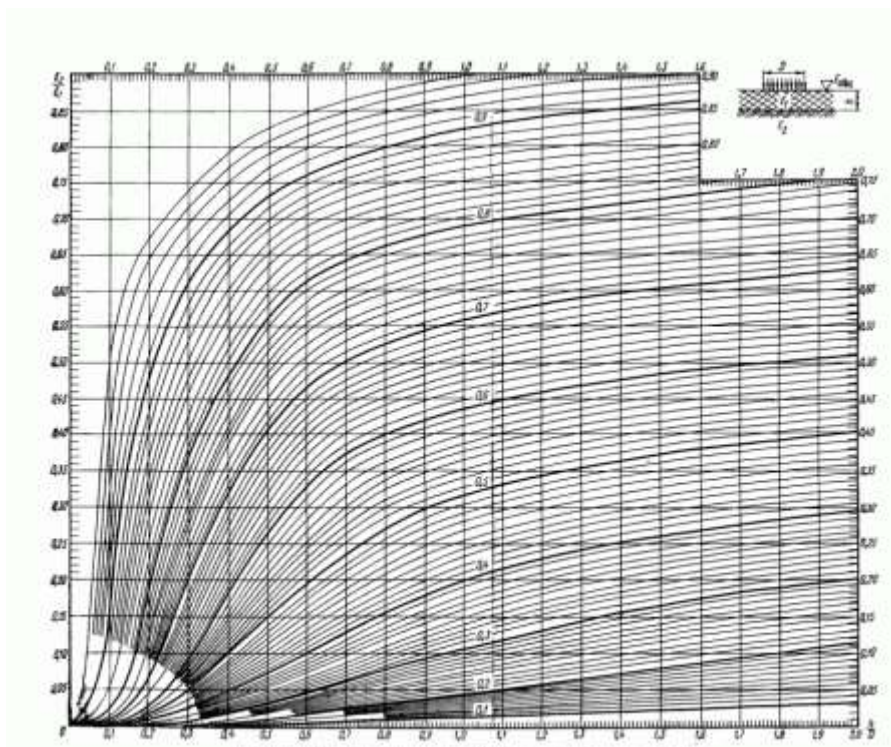


Рисунок 1.1– Номограмма для определения модуля упругости E_1 верхнего слоя двухслойной системы.

(Изм.ред. – Приказ КДСиЖКХ от 14.06.2019 г. №96-НК)

5.2.10 Исходя из методических положений, представленных в п.п. 5.2.5-5.2.9, расчет дорожных одежд по допускаемому упругому прогибу выполняют в следующей последовательности:

- по величине приведенной к расчетной нагрузке интенсивности движения транспорта определяют требуемый модуль упругости (формула 8);
- по формуле (7) с учетом коэффициента прочности определяют общий модуль упругости $E_{общ}$;
- в соответствии с разделом 5 настоящих Строительных норм выполняют конструирование дорожной одежды с предварительным назначением толщин конструктивных слоев (в т.ч. с учетом п. 5.15) и модулей упругости материалов каждого конструктивного слоя (приложение Б), а также модуля упругости на поверхности рабочего слоя земляного полотна (приложение В);
- по номограмме (рисунок 2) выполняют расчет сверху вниз, определяя модуль упругости на поверхности основания;
- если основание однослойное, то по модулям упругости на поверхности основания, материала основания и грунта земляного полотна определяют толщину основания по той же номограмме (рисунок 2);
- если по конструктивным или технологическим соображениям, по условиям осушения или обеспечения необходимой морозоустойчивости и т.п. предусмотрена конструкция основания из нескольких слоев, то предварительно назначают толщины дополнительных слоев, а затем послойно снизу вверх определяют по номограмме (рисунок 2) модуль упругости на поверхности дополнительного слоя (морозозащитного,

теплоизоляционного, дренирующего или другого дополнительного слоя), после чего, аналогично изложенному, определяют толщину остальной части основания.

По аналогии с изложенным, расчет можно выполнять снизу вверх с последовательным определением модулей упругости на поверхности конструктивных слоев.

Расчет дорожных одежд на сдвигоустойчивость подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев

5.2.11 Исходя из условия прочности (формула 2), дорожную одежду конструируют таким образом, чтобы под действием кратковременных или длительных нагрузок в подстилающем грунте или малосвязных слоях не возникли остаточные деформации, вызванные пластическими смещениями.

Расчетное активное напряжение сдвига в грунте или в песчаном слое определяется по формуле:

$$T_p = \bar{\tau}_n P + \tau_d, \quad (10)$$

где τ_d – напряжение от веса дорожной одежды, находится по номограмме (рисунок 1), $\bar{\tau}_n$ – активное удельное напряжение сдвига от единичной нагрузки, определяемое с помощью номограмм (рисунок 3 и 4);

P – расчетное давление колеса на покрытие, МПа.

При определении $\bar{\tau}_n$ по номограмме (рисунок 3, 4), величину ϕ грунта принимают по таблице В.3 приложения В, величину ϕ для малосвязных слоев принимают по таблице Б.9 приложения Б.

5.2.12 Допускаемое напряжение сдвига грунта определяют по формуле:

$$T_{дон} = c_{sp} k_1 k_2 k_3, \quad (11)$$

где c_{sp} – сцепление в грунте активной зоны земляного полотна в расчетный период (таблица В.3 приложения В), МПа;

k_1 – коэффициент, учитывающий снижение сопротивления грунта сдвигу под агрессивным действием подвижных нагрузок, колебаний и т.д. (при расчете на воздействие кратковременных нагрузок принимают $k_1 = 0,6$; при длительном действии нагрузок с малой повторностью $k_1 = 0,9$);

k_2 – коэффициент запаса на неоднородность условий работы конструкции, связанный с недоучетом неблагоприятных природных особенностей, технологических и других причин (эти факторы проявляются тем больше, чем выше интенсивность движения автотранспорта, коэффициент k_2 – определяется по графику рисунок 5, при расчете на длительное действие нагрузки $k_2 = 1,23$);

k_3 – коэффициент, учитывающий особенности работы грунта конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания. Значения k_3 с учетом характера грунта следующие:

- пески крупные – 7,0;
- пески средней крупности – 6,0;

- пески мелкие – 5,0;
- пески пылеватые, супеси крупные – 3,0;
- глинистые грунты (глины, суглинки, супеси, кроме крупной) – 1,5.

Расчетная приведенная интенсивность движения на последний год службы (см. рисунок 5) определяется по формуле:

$$N_t = Npp^{T-1}, \quad (12)$$

Параметры формулы 12 те же, что в формуле 6.

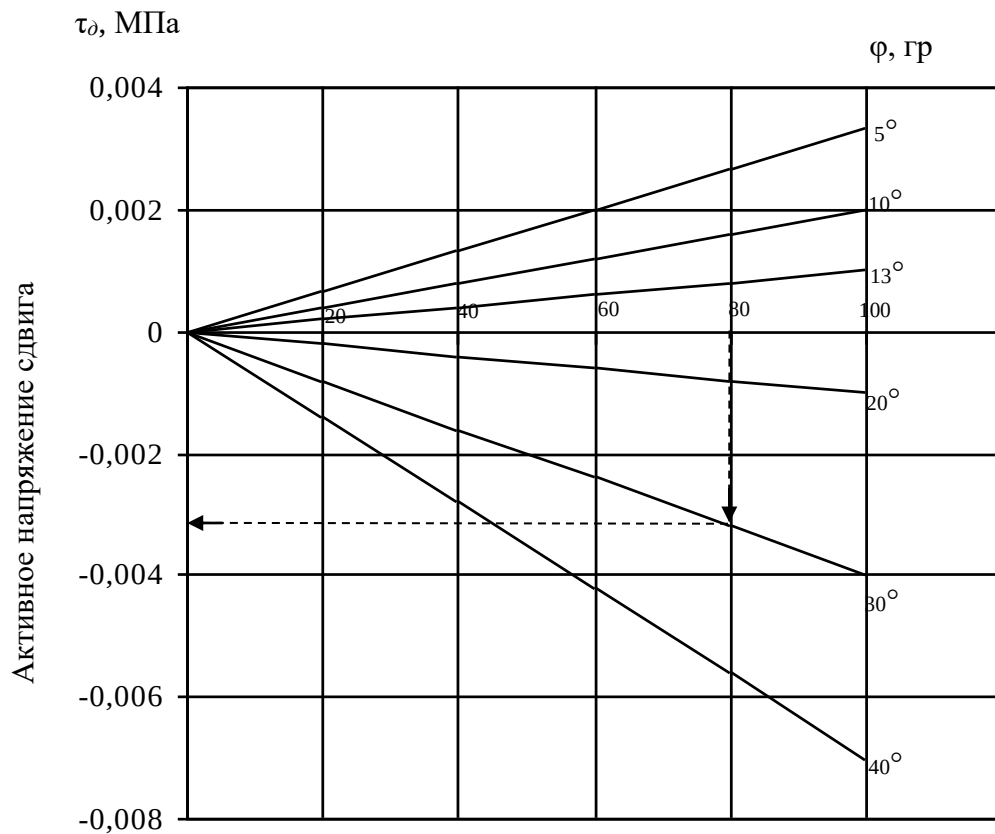


Рисунок 1 – Номограмма для определения активного напряжения сдвига τ_d от общей толщины дорожной одежды $\sum_{i=1}^n h_i$

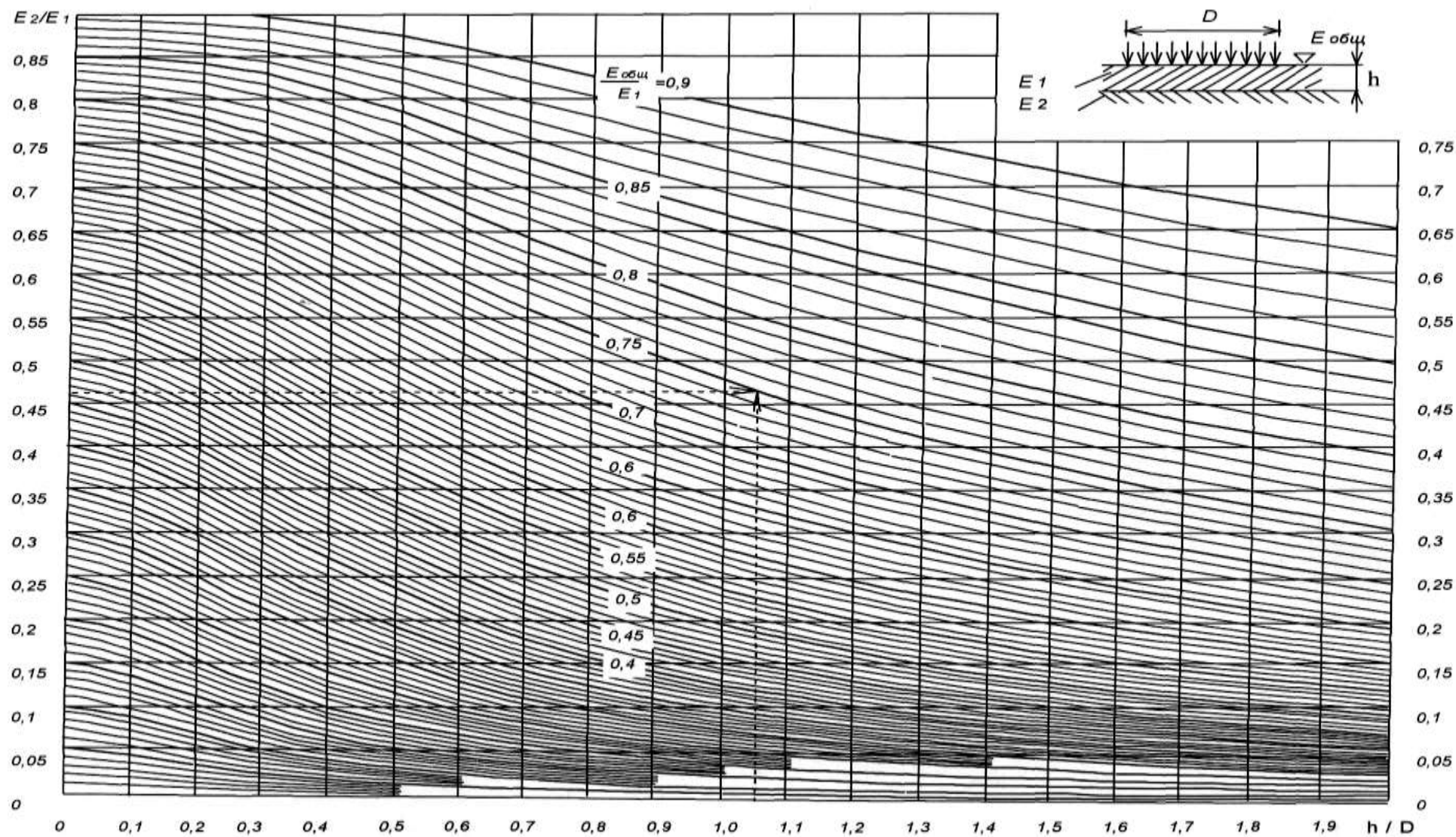


Рисунок 2 – Номограмма для определения общего модуля упругости двухслойной системы $E_{общ}$.

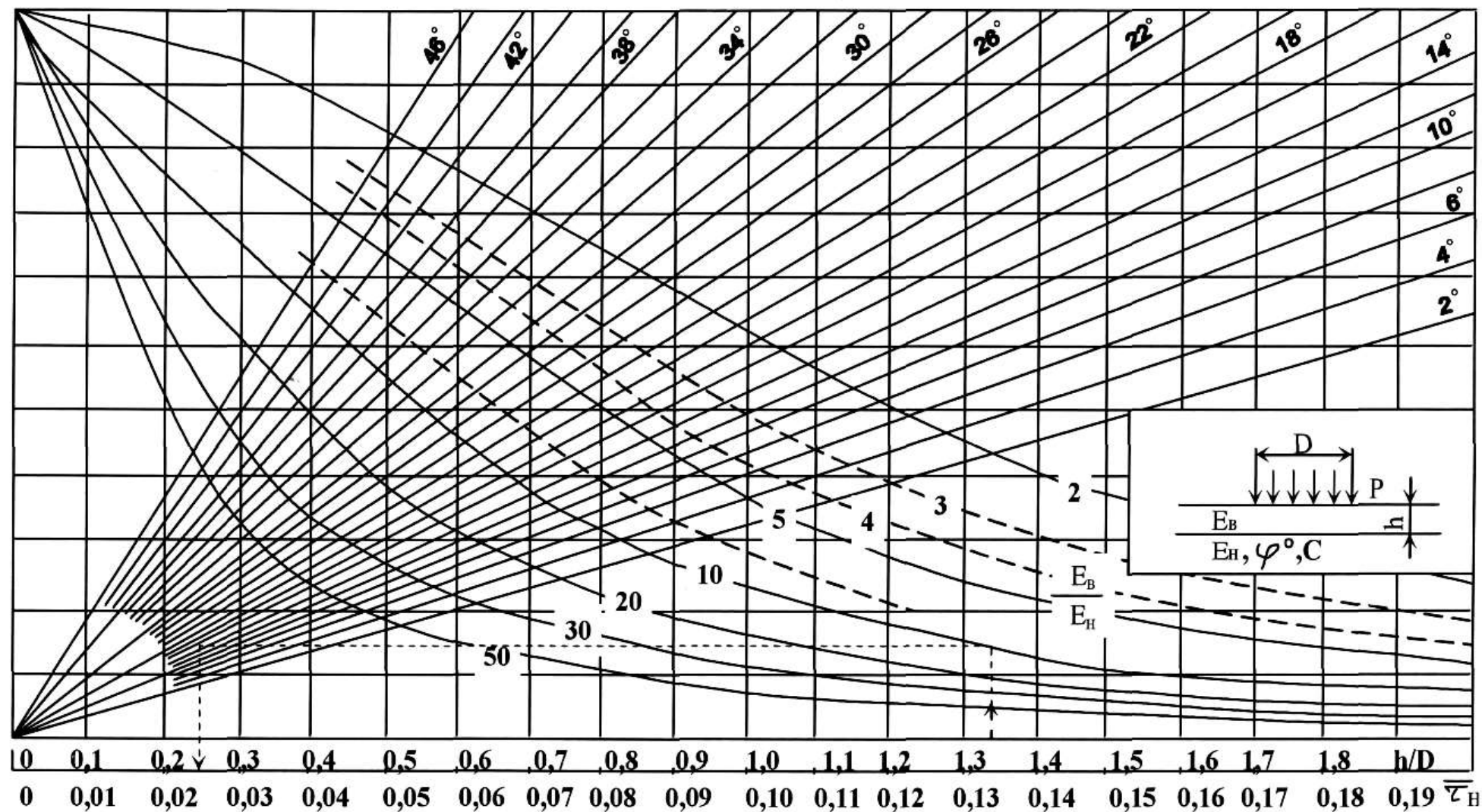


Рисунок 3 – Номограмма для определения активного напряжения сдвига от временной нагрузки в нижнем слое двухслойной системы (при $h/D=0 \div 2,0$)

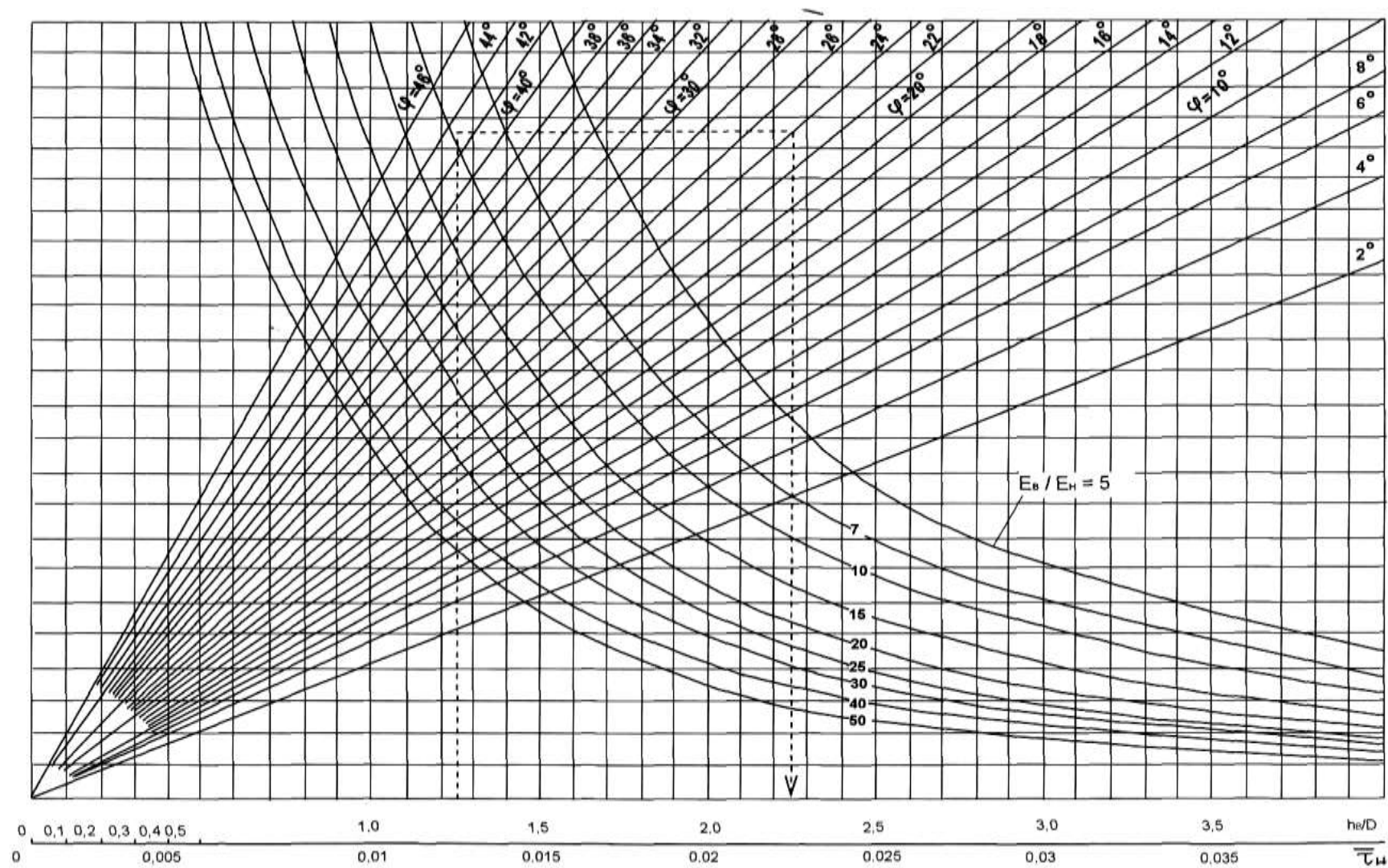


Рисунок 4 – Номограмма для определения активного напряжения сдвига от временной нагрузки в нижнем слое двухслойной системы (при $h_e/D=0\div4,0$)

5.2.13 Для выполнения расчета, многослойную дорожную конструкцию приводят к двухслойной расчетной модели, в которой нижним слоем является подстилающий грунт (с учетом его расчетных характеристик), а верхним - вся вышележащая конструкция дорожной одежды, толщина верхнего слоя равна сумме толщин входящих в него слоев одежды.

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляют как средневзвешенный по формуле:

$$E_b = \frac{\sum_{i=1}^n E_i h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}, \quad (13)$$

где n - число слоев дорожной одежды;

E_i - модуль упругости i -го слоя, МПа;

h_i - толщина i -го слоя, см.

5.2.14 При расчете дорожных одежд по условию сдвигоустойчивости значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, принимают соответствующими расчетным температурам (таблица Б.1, приложение Б).

5.2.15 Расчет дорожной одежды по сопротивлению сдвигу в грунте земляного полотна, а также в материалах малосвязных промежуточных слоев дорожных одежд ведут в следующей последовательности:

- назначают расчетные модули упругости для слоев из асфальтобетона, соответствующие максимально возможным температурам в весенний (расчетный) период (таблица Б.1, приложение Б), расчетные прочностные характеристики (φ и c) грунта земляного полотна и песка промежуточного слоя одежды согласно п. 5.2.12;

- по рисункам 3 или 4 определяют активные напряжения сдвига $\bar{\tau}_n$ от единичной временной нагрузки, для чего многослойную конструкцию приводят к двухслойной модели;

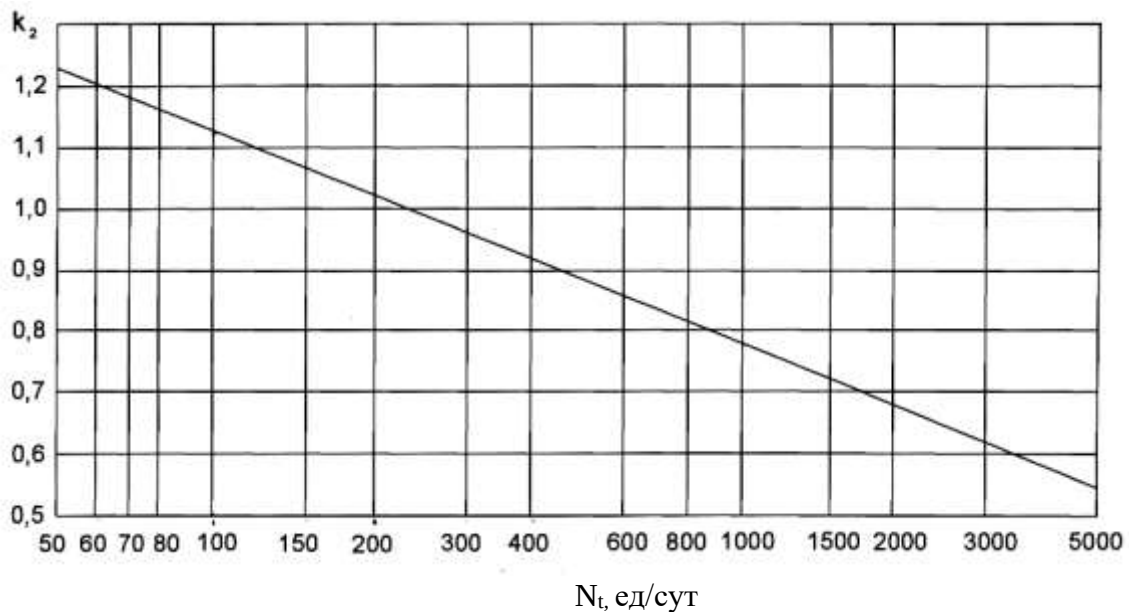


Рисунок 5 – Зависимость коэффициента k_2 от расчетной приведенной интенсивности N_t воздействия нагрузки

- по формуле (10) вычисляют расчетное активное напряжение сдвига в грунте земляного полотна или в песчаном слое одежды;
- по выражению формулы (11) рассчитывают допускаемое напряжение сдвига;
- по формуле (2) проверяют выполнение условия прочности (с учетом требуемой надежности);
- при необходимости, изменяя толщину конструктивных слоев, подбирают конструкцию, удовлетворяющую условию формулы (2).

5.2.16 Расчет нежестких дорожных одежд на длительное действие нагрузки следует выполнять по сдвигу грунта и в слабосвязных слоях одежды. Характеристики асфальтобетона принимаются по таблице Б.3 приложения Б.

5.3 Расчет дорожных одежд на сопротивление монолитных слоев растяжению при изгибе

5.3.1 В монолитных слоях дорожной одежды (из асфальтобетона, материалов и грунтов, укрепленных комплексными и неорганическими вяжущими, и др.) напряжения, возникающие при прогибе одежды под действием повторных кратковременных нагрузок, не должны вызывать нарушение структуры материала и приводить к образованию трещин в течение заданного срока службы, т.е. должно быть обеспечено условие формулы (3).

5.3.2 Наибольшее растягивающее напряжение σ_r при изгибе в монолитном слое определяют с помощью номограммы (рисунок 6).

При расчете на изгиб слоев из асфальтобетона всю конструкцию дорожной одежды принимают как двухслойную модель. При этом, к верхнему слою данной модели относят все слои из асфальтобетона, принимая их за один эквивалентный слой с толщиной h_v , равной сумме всех составляющих слоев. Значение модуля упругости данного слоя устанавливают, как средневзвешенное для всех асфальтобетонных слоев по формуле (13).

Нижним слоем модели служит часть конструкции, расположенная ниже асфальтобетонных слоев, включая грунт рабочего слоя земляного полотна. Модуль упругости нижнего слоя модели определяют путем приведения слоистой системы эквивалентной по жесткости с помощью номограммы (рисунок 2).

5.3.3 При использовании номограммы (рисунок 6), полное расчетное растягивающее напряжение определяют по формуле:

$$\sigma_r = \bar{\sigma}_r \cdot P \cdot k_\phi, \quad (14)$$

где $\bar{\sigma}_r$ - растягивающее напряжение в рассчитываемом слое от единичной нагрузки (см. рисунок 6);

k_ϕ - коэффициент, учитывающий особенности напряженного состояния покрытия конструкции под колесом автомобиля со спаренным баллоном, $k_\phi = 0,85$ (при расчете под однобаллонное колесо $k_\phi = 1,00$);

P - расчетное давление (см. таблица А.1, приложение А), МПа.

5.3.4 Расчетное значение сопротивления асфальтобетона растяжению при изгибе определяют по формуле:

$$R_N = \overline{R}_y (1 - t v_R) K_y K_m, \quad (15)$$

где $\overline{R}_y$ - среднее значение предельного сопротивления асфальтобетона растяжению при изгибе (таблица Б.2, приложение Б);

t - коэффициент нормированного отклонения $\overline{R}_y$ в зависимости от уровня проектной надежности K_n (см. таблицу В.2, приложение В);

v_R - коэффициент вариации прочности на растяжение при изгибе асфальтобетона, равный 0,1;

K_y - коэффициент усталости, учитывающий повторность нагружения от расчетной приведенной интенсивности движения на полосу. Для асфальтобетонных слоев определяется по формуле:

$$K_y = \left(\frac{N_t}{1000} \right)^{-\phi}, \quad (16)$$

где N_t - приведенная интенсивность движения на последний год службы, определяется по формуле (12);

ϕ - параметр уравнения: для асфальтобетонов на битумах БНД 70/100, БНД 100/130, БНД 130/200 и высокопористых асфальтобетонов $\phi = 0,27$; для плотных и пористых асфальтобетонов $\phi = 0,16$;

K_m - коэффициент снижения прочности от воздействия погодных-климатических факторов (таблица 5).

5.3.5 При расчете слоев асфальтобетонного покрытия на растяжение при изгибе его характеристики должны соответствовать низким весенним температурам (см. таблица Б.1, приложение Б).

Таблица 5 – Коэффициент снижения прочности, под воздействием погодных - климатических факторов

Асфальтобетон расчетного слоя	Значение K_m
Высокоплотный	1,0
Плотный марки:	
I	0,95
II	0,90
III	0,80
Пористый и высокопористый	0,80

5.3.6 Расчет на изгиб выполняют в следующей последовательности:

- используя полученные параметры, по номограмме (рисунок 6) находят $\bar{\sigma}_r$ и по формуле (14) вычисляют расчетное растягивающее напряжение;

- рассчитывают предельное растягивающее напряжение по формуле (15). В пакете асфальтобетонных слоев за среднее растягивающее напряжение принимают значение, отвечающее материалу нижнего слоя асфальтобетонного пакета;

- проверяют условие по формуле (3) и при необходимости корректируют конструкцию.

5.3.7 Промежуточные монолитные слои одежды рассчитываются по номограмме (рисунок 7). При этом многослойную конструкцию предварительно следует приводить к трехслойной, где средним будет рассчитываемый монолитный слой. Номограмма связывает относительную толщину двух верхних слоев трехслойной системы $(h_1 + h_2) / D$ и растягивающее напряжение $\bar{\sigma}_r$ от единичной нагрузки в нижней точке рассматриваемого слоя под центром нагруженной площадки (где напряжение достигает наибольшего значения) и E_1 / E_2 (кривые на номограмме) и E_2 / E_3 (лучи на номограмме). Полное значение растягивающего напряжения σ_r определяется по формуле (14) при $k_\phi = 1,00$.

5.3.8 Допустимое растягивающее напряжение определяется по формуле:

$$R_{дон} = R_y K_y, \quad (17)$$

где K_y - коэффициент усталости для монолитных слоев (определяется по формуле (16) при $\phi = 0,06$).

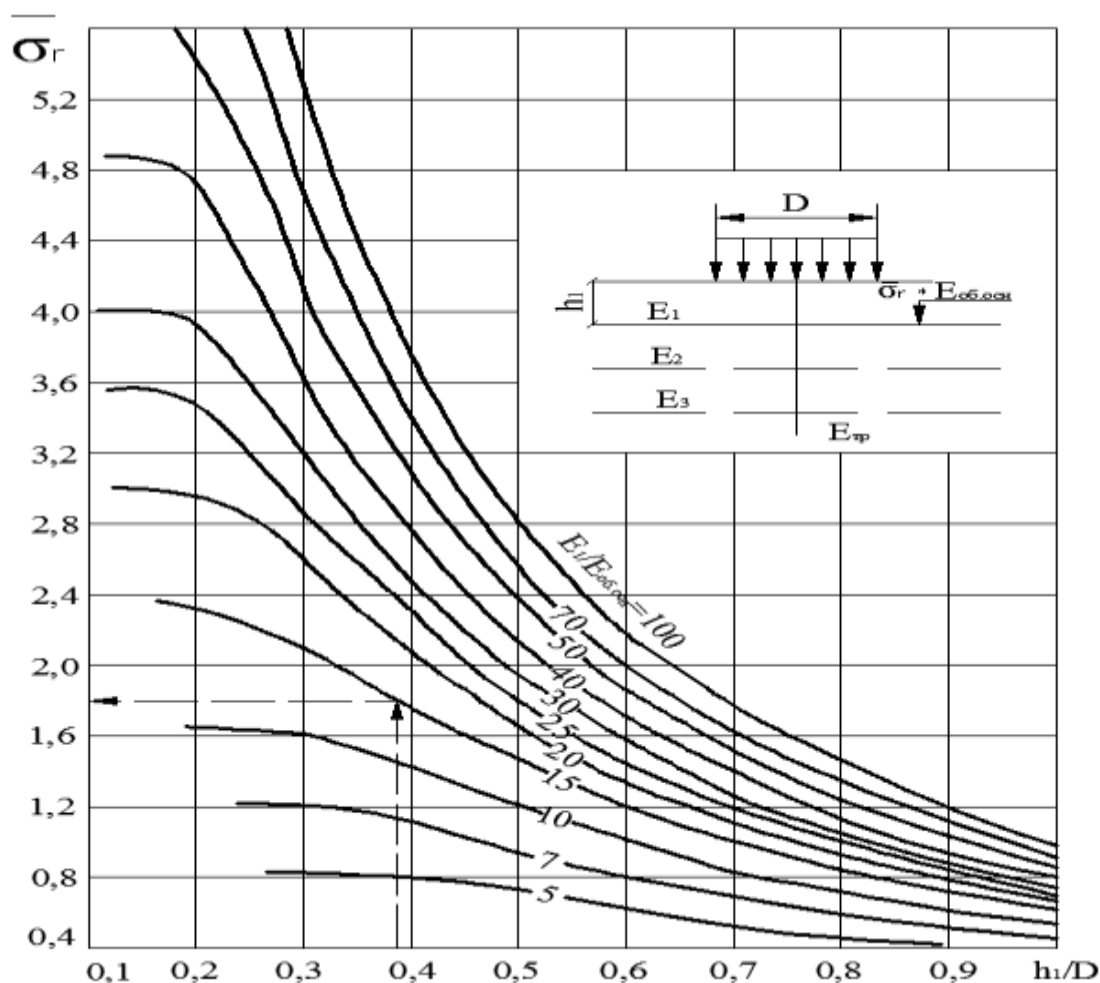


Рисунок 6 – Номограмма для определения растягивающего напряжения при изгибе $\bar{\sigma}_r$ в монолитном верхнем слое двухслойной системы

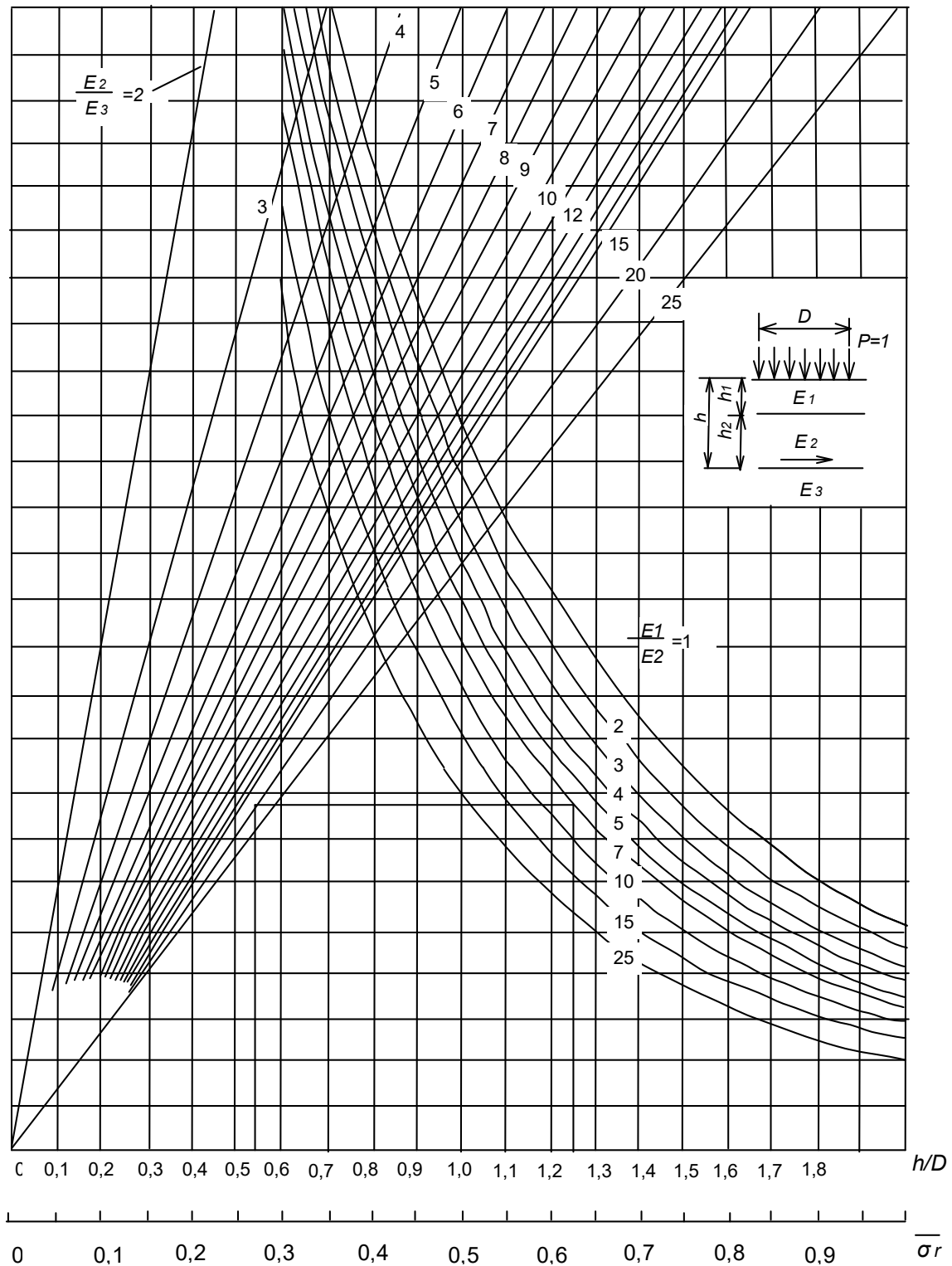


Рисунок 7 – Номограмма для определения растягивающего напряжения в промежуточном монолитном слое дорожной одежды

5.3.9 Промежуточные монолитные слои рассчитываются в следующей последовательности:

- по формуле (13) вычисляется средний модуль упругости конструктивных слоев, лежащих выше рассчитываемого монолитного слоя;

- расчетные значения модулей упругости асфальтобетона принимаются по таблице Б.1 приложения Б с учетом температуры;

- затем по номограмме (рисунок 7) находится растягивающее напряжение $\overline{\sigma}_r$ от единичной нагрузки, действующей на поверхности покрытия. Далее расчет совпадает с пунктом 5.3.7.

*5.3.10 Допускается также определять перемещения, напряжения и деформации в многослойных дорожных конструкциях без приведения их к упрощенным одно-, двухслойным расчетным схемам с помощью известных пакетов прикладных программ, реализующих совместный расчет дорожных одежд и земляного полотна методом конечных элементов. С целью повышения точности расчетов перемещений, деформаций и напряжений в точках дорожной одежды и земляного полотна методом конечных элементов рекомендуется использовать конечные элементы второго и выше порядков (восьмиузловый двумерный элемент, двадцатиузловый трехмерный элемент и другие) (Изм.ред. – Приказ КДСиЖКХ от 14.06.2019 г. №96-НК).

6 РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ НА МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТЬ

6.1 В районах сезонного промерзания грунтов на участках дорог, находящихся в неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях, наряду с требуемой прочностью должна быть обеспечена достаточная морозоустойчивость дорожных одежд и земляного полотна.

6.2 Зимнее вспучивание существенно не влияет на ровность покрытия и долговечность дорожной одежды, если общее поднятие проезжей части в процессе промерзания конструкции не превышает значений $l_{дон}$, приведенных в таблице 6.

Конструкцию считают морозоустойчивой при условии:

$$l_{пуч} \leq l_{дон}, \quad (18)$$

где $l_{пуч}$ – расчетное (ожидаемое) пучение грунта земляного полотна;

$l_{дон}$ – допускаемое для данной конструкции пучение грунта (таблица 6).

6.3 Конструкции рассчитываются на морозоустойчивость для характерных участков или групп участков дороги, сходных по грунтово-гидрологическим условиям, имеющих одинаковое покрытие, одну и ту же конструкцию земляного полотна, а так же в равной мере обеспеченных местными строительными материалами.

Таблица 6 – Допустимая величина морозного пучения в зависимости от типа дорожных одежд

Тип дорожной одежды	Вид покрытия	Допустимая величина морозного пучения $l_{дон}$, см.
Капитальный	усовершенствованный	4
Облегченный	усовершенствованный	6
Переходный	переходный	10

6.4 Ожидаемое зимнее вспучивание дорожной конструкции зависит от размера зимнего влагонакопления в грунте земляного полотна, которое, в свою очередь, в основном зависит от глубины и скорости промерзания, условий увлажнения конструкции, возвышения верха земляного полотна над поверхностью земли и над уровнем грунтовых вод, свойств грунта и степени его уплотнения, толщины слоев стабильных материалов, их теплофизических свойств и других факторов. По степени пучинистости грунты подразделяются на 6 групп в зависимости от величины относительного морозного пучения и типа местности по характеру увлажнения (см. таблицу 7).

6.5 Для расчета конструкций на морозоустойчивость при условии $Z/H < 1,0$ ожидаемое пучение $l_{пуч.}$ определяют по номограмме (рисунок 8), учитывая значения следующих параметров:

Z – расчетная глубина промерзания, см;

Z_1 – толщина стабильных слоев дорожной одежды, в том числе дополнительного морозозащитного слоя, см;

ε_i – эквиваленты теплотехнических свойств материалов по отношению к уплотненному щебню (определяется по формуле (23));

H – расчетная глубина залегания уровня грунтовых вод (УГВ), см;

B – комплексная характеристика грунта по степени пучинистости (таблица 7), см²/сут;

α_o – климатический показатель (рисунок 9), см²/сут.

С помощью номограммы (см. рисунок 8) можно найти значения любого из перечисленных параметров при известных остальных. Так, общую толщину слоев Z_1 из стабильных материалов можно определить следующим образом: вычислить отношение $l_{пуч.} \times \alpha_o / (B \times Z)$ при $l_{пуч.} = l_{дон}$, найти его значение на вертикальной оси номограммы, провести горизонтальную прямую до пересечения с кривой, соответствующей Z/H , и, перенося эту точку на горизонтальную ось, получить Z_1/Z , откуда, зная Z , найти Z_1 .

*6.6 Расчетные значения глубины промерзания Z и расстояния H до предзимнего уровня подземных вод следует определять в соответствии с нормативными документами по климатологии и (или) указаниями с использованием многолетних данных наблюдений за изменением этих параметров в натурных условиях, сходных с условиями района строительства. Допускается назначать расчетные значения Z и H по данным региональных исследований или по карте (рисунок 10). В случае применения карты поправка к Z не учитывается. Допускается также назначать расчетные значения глубины промерзания Z по решениям (аналитическим и численным, например, методом конечных элементов) задач теплопроводности в многослойной среде с учетом климатических условий региона (Изм.ред. – Приказ КДСиЖКХ от 14.06.2019 г. №96-НК).

Таблица 7 – Классификация грунтов по степени пучинистости при замерзании

Пучинистость грунтов	Характеристика грунтов	Тип местности по характеру увлажнения	Среднее относительное морозное пучение $l_{пуч.}$ при глубине промерзания 1,5 м, %	Группа грунта по степени пучинистости
Непучинистый	песок гравелистый, крупный и средней крупности, с содержанием частиц менее 0,05 мм меньше 2%	2-3	Менее 1*	I
	песок гравелистый, крупный и средней крупности, с содержанием частиц менее 0,05 мм меньше 15%, песок мелкий с содержанием частиц менее 0,05 мм меньше 2%	1	Менее 1*	I
Слабопучинистый	песок мелкий, крупный и средней крупности, с содержанием частиц менее 0,05 мм меньше 15 %, песок мелкий с содержанием частиц менее 0,05 мм меньше 2 %	2 - 3	1 - 2*	II
	песок мелкий с содержанием частиц менее 0,05 мм меньше 15 %, супесь легкая и легкая крупная	1	1 - 2*	II
	песок мелкий с содержанием частиц менее 0,05 мм меньше 15 %, супесь легкая и легкая крупная	2 - 3	2 - 4	III
	песок мелкий, супесь пылеватая, суглинок легкий, тяжелый, тяжелый пылеватый, глины	1 - 2	2 - 4	III
Пучинистый	супесь легкая, суглинок легкий и тяжелый, глины	2 - 3	4 - 7	IV
	супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый	1	4 - 7	IV
Сильно пучинистый	песок пылеватый, супеси пылеватые, суглинок тяжелый пылеватый	2 - 3	7 - 10	V
Чрезмерно пучинистый	супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый	2 - 3	10 - 15 и более	VI
* Относительное пучение щебенистых, гравелистых, древесных песков при содержании более 15 % частиц размером меньше 0,05 мм ориентировочно может быть принято как для пылеватого песка, но с проверкой данных в лаборатории.				

Поправка, добавляемая к Z при определении глубины промерзания дороги:

Z, м	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
Поправка, м	0,30	0,40	0,50	0,57	0,63	0,68	0,72	0,75	0,77

Таблица 8 – Степень пучинистости в зависимости от типа грунтов

Грунты	Показатель В, см ² /сут	Степень пучинистости в условиях 3-го типа местности по характеру увлажнения
Песок (непылеватый) с содержанием частиц мельче 0,05 мм в пределах 2-15 %, супесь легкая крупная	1,5 - 2,0	слабопучинистые
Глины, суглинки легкие и тяжелые (непылеватые), супеси легкие	3,0 - 3,5	пучинистые
Супеси пылеватые, суглинки тяжелые пылеватые, пески пылеватые	4,0 - 4,5	сильнопучинистые
Супеси тяжелые пылеватые, суглинки легкие пылеватые	5,0	чрезмернопучинистые

При использовании данных непосредственных измерениях глубины промерзания, величина α_o определяется по формуле:

$$\alpha_o = (\bar{Z} - Z_{1,0})^2 / (2 \bar{T}_3) , \quad (19)$$

где $\bar{Z}$ – средняя многолетняя глубина промерзания по данным измерения, см;

$Z_{1,0}$ – толщина дорожной одежды на объекте измерения, см;

$\bar{T}_3$ – средняя многолетняя продолжительность промерзания грунта земляного полотна, сут.

6.7 Комплексная характеристика B (п. 5.5) зависит от влагопроводимости грунта, полной его влагоемкости при требуемой плотности (за вычетом заземленного воздуха), а также от капиллярной влагоемкости. Значение B следует определять на основе данных испытаний грунта на морозоустойчивость по формуле:

$$B = K_{пуч} \times \alpha_o / 1,86 , \quad (20)$$

где $K_{пуч}$ – коэффициент пучения грунта, являющийся отношением вертикальной деформации пучения к первоначальной высоте образца (в долях единицы):

$$K_{пуч} = \frac{\Delta h}{h} , \quad (21)$$

где Δh – размер вспучивания образца, см;

h – начальная высота образца, см.

6.8 С учетом теплотехнических свойств, эквивалентная толщина (по отношению к щебню из гранитных пород) слоев из стабильных материалов:

$$Z_{1s} = h_1 \varepsilon_1 + h_2 \varepsilon_2 + h_3 \varepsilon_3 + \dots , \quad (22)$$

где $h_1, h_2, h_3 \dots$ – толщины слоев дорожной одежды из стабильных материалов, см;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3 \dots$ – эквиваленты теплотехнических свойств материалов по отношению к уплотненному щебню, определяются по формуле:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\frac{\lambda_{и}}{\lambda_i}}, \quad (23)$$

где $\lambda_{и}$ – коэффициент теплопроводности щебня (таблица 8);

λ_i – коэффициент теплопроводности материалов (таблица 9).

6.9 На дорогах с капитальными и усовершенствованными покрытиями при 2-м типе местности по условиям увлажнения необходимая общая эквивалентная толщина $Z_{1,э}^{(2)}$ слоев из стабильных материалов составляет обычно 65 – 80 % от толщины, получаемой по номограмме (см. рисунок 8), при $Z/H = 1,0$, т.е. $Z_{1,э}^{(2)} = (0,65 \div 0,80) Z_{1,э}^{(3)}$; коэффициент равный 0,65, принимают при обеспечении безопасного расстояния от бровки земляного полотна до уреза длительно застаивающейся воды.

6.10 На участках дорог, находящихся на местности 1-го типа по условиям увлажнения, не наблюдается значительного зимнего влагонакопления и пучения, даже в районах с глубоким промерзанием. В этом случае толщина дорожной одежды, определяемая расчетом на прочность, обеспечивает также и необходимую морозоустойчивость конструкции.

Однако, на дорогах с капитальной одеждой, если она подстилается пылеватými супесями, следует предусматривать меры по ограничению поступления воды в дорожную конструкцию с поверхности.

6.11 Облегченные дорожные одежды с усовершенствованным покрытием при 2-м типе местности по условиям увлажнения необходимо проверять на морозоустойчивость только при пылеватых супесчаных грунтах. При других подстилающих грунтах толщины дорожных одежд, определяемые расчетом на прочность, обеспечивают также и морозоустойчивость.

Облегченные конструкции дорожных одежд с усовершенствованным покрытием при 1-м типе местности по условиям увлажнения на морозоустойчивость проверять не требуется.

6.12 Если для обеспечения необходимой морозоустойчивости требуется общая толщина дорожной одежды, превышающая толщину, полученную расчетом на прочность, конструкцию одежды следует откорректировать и вновь рассчитать по критериям прочности.

Расчет на морозоустойчивость дорожной конструкции при условии $Z/H > 1,0$.

6.13 Толщину слоев Z_1 из стабильных материалов необходимую для обеспечения морозоустойчивости дорожной конструкции, при $Z/H > 1,0$ определяют следующим образом.

Для заданного вида грунта и типа местности по характеру увлажнения назначают группу грунта по степени пучинистости при замерзании (таблица 7). Затем по точке пересечения кривой группы грунта по степени пучинистости (рисунок 11) с ограничительной прямой, соответствующей величине допустимого морозного пучения ($l_{дон}$) для принятого типа покрытия, находят необходимую толщину $Z_{1\text{ ср}}$ слоев из стабильных материалов для средних условий. Средние условия характеризуются

следующими параметрами: глубина промерзания $Z = 1,5$ м, грунтовые воды выходят на поверхность, т. е. $H = 0$, а $K_{yпл} = 0,98 \div 1,0$ и $W = 0,6 W_T$.

6.14 При других исходных данных требуемую по условию обеспечения морозоустойчивости общую толщину Z_1 дорожной одежды определяют с учетом ряда факторов, влияющих на морозное пучение грунта:

$$Z_1 = Z_{1cp} K_{yзв} K_{пл} K_{нагр} K_{ст} K_{в}, \quad (24)$$

где Z_{1cp} – средняя толщина слоев из стабильных материалов, см;

$K_{yзв}$ – коэффициент, учитывающий глубину залегания УГВ, (рисунок 12);

$K_{пл}$ – коэффициент, зависящий от степени уплотнения грунта (таблица 10);

$K_{нагр}$ – коэффициент, учитывающий влияние нагрузки от собственного веса вышележащей конструкции на грунт в промерзающем слое и зависящий от глубины промерзания (рисунок 13);

$K_{ст}$ – коэффициент, учитывающий влияние структуры грунта естественного сложения (для песка равен 1,0; супесей - 1,1; суглинка - 1,2; глины - 1,3);

$K_{в}$ – коэффициент, зависящий от расчетной влажности грунта:

Относительная влажность грунта

(W / W_T) 0,6 0,7 0,8 0,9

Коэффициент $K_{в}$ 1,0 1,1 1,2 1,3

6.15 При глубине промерзания более 2,0 м расчеты ведут также по номограмме (см. рисунок 11 для $Z = 2,0$ м) при этом, установленное значение Z_1 увеличивают на 8 % при глубине промерзания 2,5 м и на 12 % – при глубине 3,0 м.

6.16 Если морозозащитный слой устраивают из монолитного материала (грунт, укрепленный неорганическими или комплексными вяжущими), жесткость которого снижает неравномерность зимнего поднятия покрытия, то толщину морозозащитного слоя принимают на 30-50 % меньше, чем расчетный слой из песка.

Если же морозозащитный слой устраивают из материалов, существенно отличающихся от песка по теплофизическим свойствам (зологрунт, шлак, грунт, укрепленный органическими вяжущими и др.), то толщина h' такого слоя выражается через толщину $h_{пес}$ слоя песка (гравийно-песчаной смеси) и определяется по формуле:

$$h' = \alpha h_{пес} \sqrt{\lambda' / \lambda_{пес}}, \quad (25)$$

где α – поправочный коэффициент, равный 1,0 для песка:

0,95 – для материалов при $\lambda' < 1,2$ Вт/м×К;

0,90 – для материалов при $1,2 > \lambda' > 0,6$ Вт/м×К;

$\lambda', \lambda_{пес}$ – коэффициенты теплопроводности соответственно материала морозозащитного слоя и песка (см. таблица 9).

Таблица 9 – Теплофизические характеристики конструктивных слоев из различных дорожно-строительных материалов

Материал, грунт	Плотность ρ , кг/м ³	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/(мК)
1	2	3
Асфальтобетон горячий плотный	2400	1,40
То же, пористый	2300	1,25
То же, высокопористый, в том числе битумо-песчаная смесь	2200 - 1900	1,1 - 1,0
Аглопоритовый щебень, обработанный вязким битумом	800	0,23
Керамзитовый гравий, обработанный вязким битумом	1100	0,64
Гравий (щебень) с легким заполнителем, обработанные вязким битумом	2000	0,52
Супесь, укрепленная 10 %-ной эмульсией	1700 - 1900	1,45
Цементобетон	2400	1,74
Песок разномерный, укрепленный 6 – 10 % цемента	2100	1,86
Песок мелкий, одномерный, укрепленный 10 % цемента	2100	1,62
Цементогрунт состава: песок – 75 % (массы), керамзит – 25%, цемент – 5 %	1500 - 1600	0,58 - 0,70
Цементогрунт состава: Песок 97 – 98 %, гранулы полистирола 3 - 2 %, цемент 7 – 6 %	1300 - 1500	0,41 - 0,58
Битумоцементогрунт состава: Перлитовый щебень 20 – 25 %, песок 75 – 80 %, цемент 3-4 %, битум 12 – 10 % (массы песка, перлита и цемента)	1400	0,52-0,5
Цементогрунт состава: Супесь или песок 70 – 80 %, аглопорит 30 – 20 %, цемент 6 %	1700 - 1800	0,64 - 0,75
Шлакобетон	1600	0,58
Керамзитобетон	1400	0,75
Стиропорбетон	1000 - 1100	0,23
Слабопрочные известняки, укрепленные известью	2000	1,16
Суглинок, укрепленный 6 – 12 % цемента	1750 - 1900	1,45
Суглинок, укрепленный 2 – 5 % цемента и 6 – 2 % известью	1800 - 1900	1,33
Супесь, укрепленная 8 – 10 % цемента	1700 - 1900	1,51
Пенопласт	38,5 - 60	0,03 - 0,052
Пеноплэкс	38,5 - 50	0,03 - 0,032
Каменноугольная золошлаковая смесь, укрепленная 6 – 8 % цемента	1600	0,7
Шлак топочный	800	0,46

Таблица 9 – Теплофизические характеристики конструктивных слоев из различных дорожно-строительных материалов (продолжение)

1	2	3
Щебень из гранита	1800	1,86
Щебень из известняка	1600	1,39
Гравий	1800	1,86
Песок крупный талый	2000	1,74
То же, мерзлый	2000	2,32
Песок средней крупности талый	1950	1,91
То же, мерзлый	1950	2,44
Песок мелкий талый	1850	1,91
То же, мерзлый	1850	2,32
Песок пылеватый талый	1750	1,80
То же, мерзлый	1750	2,20
Супесь талая	2100	1,80
То же, мерзлая	2100	2,03
Суглинок и глина талые	2000	1,62
То же, мерзлые	2000	1,97
Лессы талые	1500	1,51
То же, мерзлые	1500	2,09
Одномерный гранитный щебень, обработанный вязким битумом	1850	1,28
Гравийно-песчаная смесь	2000	2,10
Гравийно-песчаная смесь, укрепленная 10 %цемента	2000	2,02

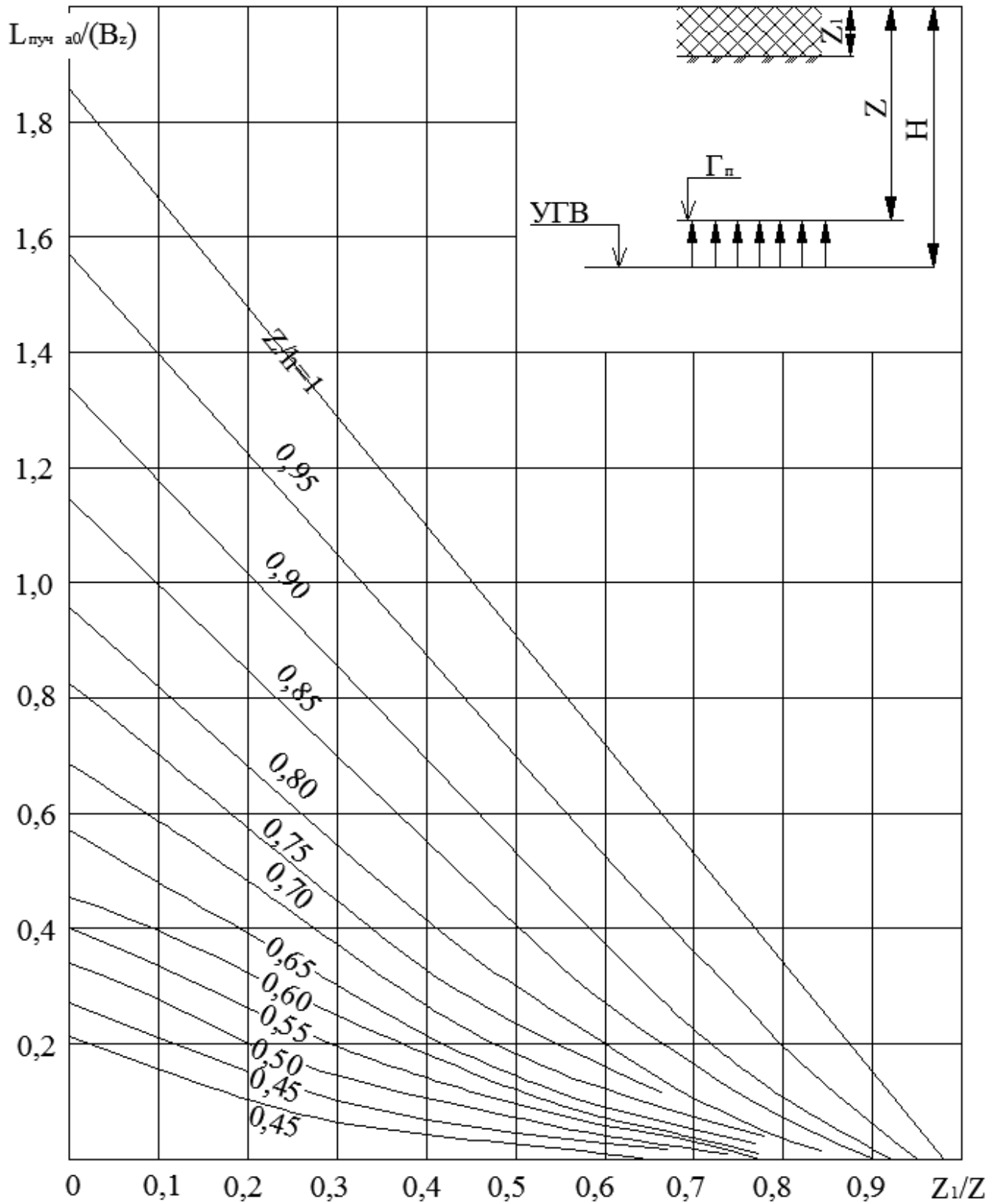


Рисунок 8 – Номограмма для расчета конструкции на морозоустойчивость:

1 – слой из стабильных материалов; 2 – грунт земляного полотна; Γ_p – глубина промерзания

37

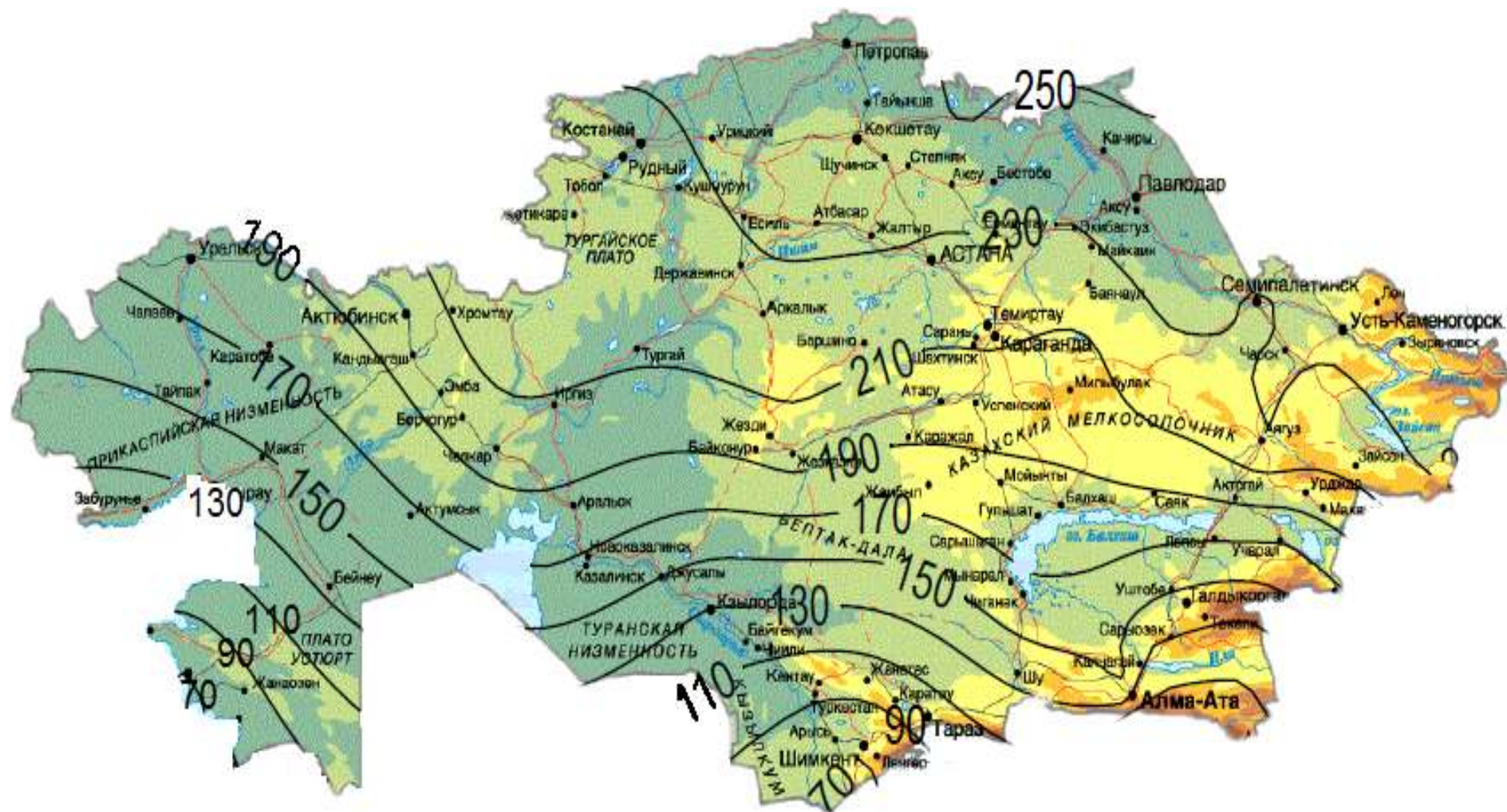


***Рисунок 10 – Карта глубины промерзания грунта земельного полотна**
(Изм.ред. – Приказ КДСиЖКХ от 14.06.2019 г. №96-НҚ)

Таблица 10 – Коэффициент, зависящий от степени уплотнения грунта

Коэффициент уплотнения $K_{упл}^*$	К _{пл} для грунтов	
	глина, сулинок супесь легкая и пылеватая, песок пылеватый	супесь легкая, крупная, песок непывеватый
1,03 - 1,00	0,8	1,0
1,01 - 0,98	1,0	1,0
0,97 - 0,95	1,2	1,1
0,94 - 0,90	1,3	1,2
<0,90	1,5	1,3

* Значения коэффициента уплотнения $K_{упл}$ принимаются согласно СП РК 3.03-101 по таблице 24

Для существующей дорожной конструкции возможное поднятие поверхности покрытия, т. е. деформация морозного пучения:

$$l_{пуч} = l_{пуч.ср} K_{УГВ} K_{пл} K_{ст} K_{нагр} K_{в}, \quad (26)$$

где $l_{пуч.ср}$ – расчетное морозное поднятие при средних условиях, определяемое по данным таблицы 7 и графику (рисунок 11) при известной толщине морозозащитного слоя.

6.17 Для расчета необходимы следующие исходные данные: географическое местоположение рассматриваемого участка дороги; конструкция дорожной одежды (наименование и толщина слоев) без теплоизолирующего слоя, необходимая по условиям прочности и дренирования; тип увлажнения рабочего слоя земляного полотна (1, 2 или 3) и глубина залегания подземных вод от низа дорожной одежды; наименование грунта земляного полотна.

Расчет толщины теплоизолирующего слоя (h_n), проводят в следующем порядке:

а) Определяют по карте (рисунок 14) номер изолинии, которая проходит через рассматриваемый участок дороги. При расположении участка между изолиниями определяют номера этих двух изолиний.

б) Вычисляют термическое сопротивление дорожной одежды без теплоизолирующего слоя, $(м^2 \cdot К) / Вт$:

$$R_{од(о)} = \sum_{i=1}^{n_{од}} h_{од(i)} / \lambda_{од(i)}, \quad (27)$$

где $n_{од}$ – число конструктивных слоев дорожной одежды без морозозащитного слоя;

$h_{од(i)}$ – толщина i -го слоя, м;

$\lambda_{од(i)}$ – коэффициент теплопроводности отдельных слоев в мерзлом состоянии, Вт/(м·К).

В расчет следует включать фактические замеренные значения $\lambda_{од(i)}$. При отсутствии таких данных допускается включать в расчет табличные значения $\lambda_{од(i)}$ (таблица 9).

в) Определяют значение показателя пучинистости грунта $C_{пуч}$ (таблица 11). К среднепучинистым грунтам относятся супесь песчаная, суглинок легкий песчаный,

СП РК 3.03-104-2014*

суглинок тяжелый песчанистый, глина. К сильнопучинистым грунтам относятся песок пылеватый, супесь пылеватая, суглинок тяжелый пылеватый. К чрезмерно пучинистым грунтам относятся супесь пылеватая с содержанием песчаных частиц менее 20 % массы, суглинок легкий пылеватый.

Таблица 11 – Значение показателя $C_{пуч}$

Значения показателя $C_{пуч}$ для грунтов		
Средне-пучинистых	Сильно-пучинистых	Чрезмерно-пучинистых
1,0	1,5	2,0

г) Определяют значение коэффициента C_p , учитывающего влияние давления от веса дорожной одежды и мерзлых слоев земляного полотна на значение пучения грунта. Этот коэффициент устанавливают по таблице 12 в зависимости от толщины дорожной одежды $h_{од}$ и допустимой глубины промерзания земляного полотна $h_{пр(дон)}$.

При толщине дорожной одежды меньше или больше указанных в таблице 12 следует принимать значение C_p по интерполяции соответствующих величин.

Первоначально нужно принимать значение C_p , соответствующее допустимой глубине промерзания земляного полотна от 0 до 50 (100) см.

д) Определяют по таблице 13 значения коэффициента $K_{од}$, учитывающего срок службы дорожной одежды, и $K_{увл}$ учитывающего тип увлажнения рабочего слоя земляного полотна. Значение коэффициента $K_{увл}$ нужно уменьшать на 10 % - при расположении дороги в III дорожно-климатической зоне, на 15 % - при расположении дороги в IV дорожно-климатической зоне.

е) Устанавливают по номограмме (рисунок 15) требуемое термическое сопротивление дорожной одежды $R_{од(тр)}$. Для этого выполняют следующие операции:

- вычисляют значение выражения $L_{дон}/(C_{пуч} \times C_p)$;
- по номограмме определяют значение $h_{пр(дон)}$ в зависимости от значения выражения $L_{дон}/(C_{пуч} \times C_p)$, типа увлажнения рабочего слоя земляного полотна и глубины залегания подземных вод ($H_{гм}$) от низа дорожной одежды;
- уточняют по таблице 12 значение C_p в зависимости от $h_{пр(дон)}$;
- вновь вычисляют значение выражения $L_{дон}/(C_{пуч} \times C_p)$;
- устанавливают по номограмме (рисунок 15) значение выражения $R_{од(тр)} / (K_{од} \times K_{увл})$ в зависимости от $L_{дон}/(C_{пуч} \times C_p)$, типа увлажнения рабочего слоя земляного полотна и глубины залегания подземных вод ($H_{гм}$) от низа дорожной одежды и номера изолинии по карте (рисунок 14), проходящей через рассматриваемый участок дороги;
- вводят в выражение $R_{од(тр)} / (K_{од} \times K_{увл})$ значения коэффициентов $K_{од}$ и $K_{увл}$ и вычисляют искомую величину $R_{од(тр)}$.

При глубине залегания подземных вод на участке дороги, отличающейся от указанных на номограмме, нужно определять два значения $R_{од(тр)}$: одно - при значении $H_{гм}$ на номограмме более, а другое - при значении $H_{гм}$ на номограмме менее глубины залегания подземных вод на участке. Искомое значение $R_{од(тр)}$ устанавливают методом интерполяции между соответствующими величинами.

ж) По графику (рисунок 16) устанавливают необходимую толщину слоя пенопласта h_n , в зависимости от $R_{од(о)}$ и $R_{од(мп)}$.

При расположении рассматриваемого участка дороги между изолиниями на карте (рисунок 14) определяют два значения h_n , соответствующих этим изолиниям, искомую толщину теплоизолирующего слоя определяют методом интерполяции в зависимости от расстояния от рассматриваемого участка до одной из изолиний.

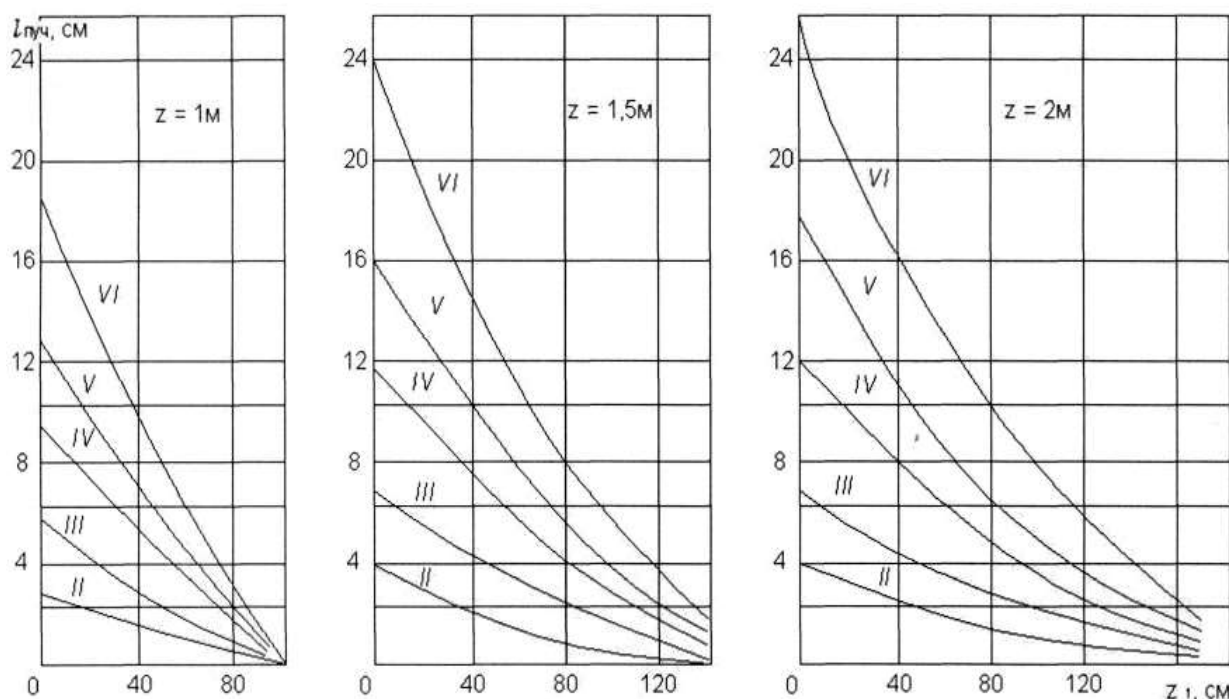


Рисунок 11 – Номограмма для определения требуемой (по условию обеспечения морозоустойчивости) толщины дорожной одежды с морозозащитным слоем из песка:

II-VI – кривые групп грунтов по степени пучинистости; Z_1 -требуемая толщина стабильных слоев

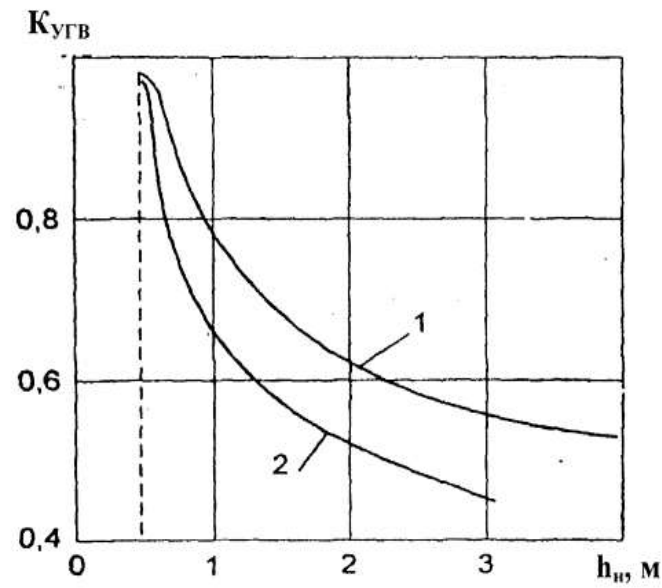


Рисунок 12 – Изменение коэффициента $K_{угв}$ в зависимости от расстояния $h_{н}$ от низа дорожной одежды до расчетного УГВ:

1 – супесь тяжелая и пылеватая, суглинок, глина; 2 – песок, супесь

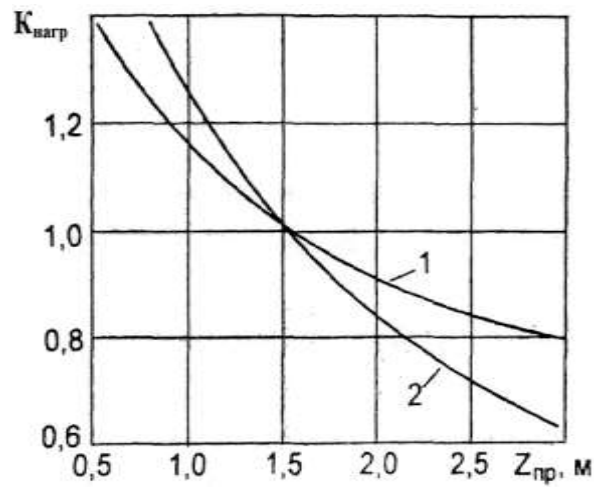


Рисунок 13 – Зависимость коэффициента $K_{нагр}$ от глубины промерзания $Z_{пр}$ от поверхности покрытия:

1 – супесь тяжелая и пылеватая, суглинок, глина; 2 – песок, супесь

Таблица 12 – Значение коэффициента C_p

Грунт	Значение коэффициента C_p в зависимости от толщины дорожной одежды ($h_{од}$, м) и допустимой глубины промерзания земляного полотна ($h_{пр(доп)}$, см)								
	$h_{од} = 0,5$			$h_{од} = 1,0$		$h_{од} = 1,5$		$h_{од} = 2,0$	
	$h_{пр(доп)}$			$h_{пр(доп)}$		$h_{пр(доп)}$		$h_{пр(доп)}$	
	0-50	51-100	>100	0-100	>100	0-100	>100	0-100	>100
Песок пылеватый	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,40	0,40	0,35
Супесь песчанистая	0,70	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45
Супесь пылеватая	0,75	0,70	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55	0,55	0,50
Суглинок легкий песчанистый, суглинок легкий пылеватый	0,80	0,75	0,70	0,70	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55
Суглинок тяжелый песчанистый, суглинок тяжелый пылеватый, глина	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,65	0,65	0,60

Таблица 13 – Значения коэффициентов $K_{од}$ и $K_{увл}$

Номер изолинии на карте (рисунок 14)	Значение коэффициента $K_{од}$ при сроке службы дорожной одежды между капитальными ремонтами			Значение коэффициента $K_{увл}$ при типе увлажнения рабочего слоя земляного полотна	
	менее 10 лет	10 лет	20 лет	1 тип увлажнения	2 и 3 тип увлажнения
II	0,70	0,85	1,0	0,65	1,0
III	0,80	0,90	1,0	0,55	1,0
IV	0,80	0,90	1,0	0,45	1,0
V	0,80	0,90	1,0	0,40	1,0
VI	0,80	0,90	1,0	0,35	1,0
VII	0,80	0,90	1,0	0,30	1,0
VIII	0,80	0,90	1,0	0,30	1,0
IX	0,80	0,90	1,0	0,25	1,0

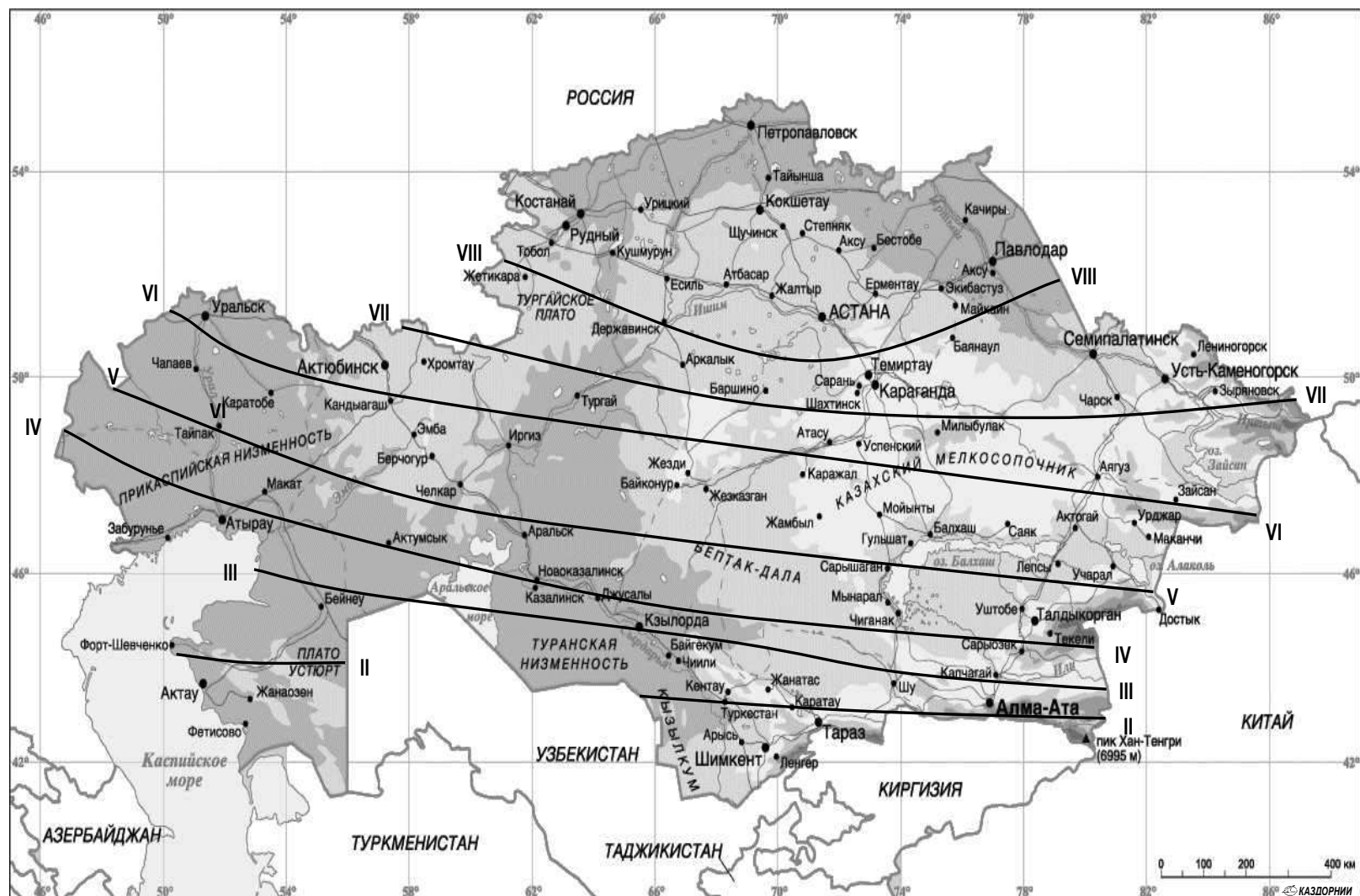


Рисунок 14 – Карта с изолиниями для определения требуемых значений термического сопротивления дорожной одежды
II-VIII-номера изолиний

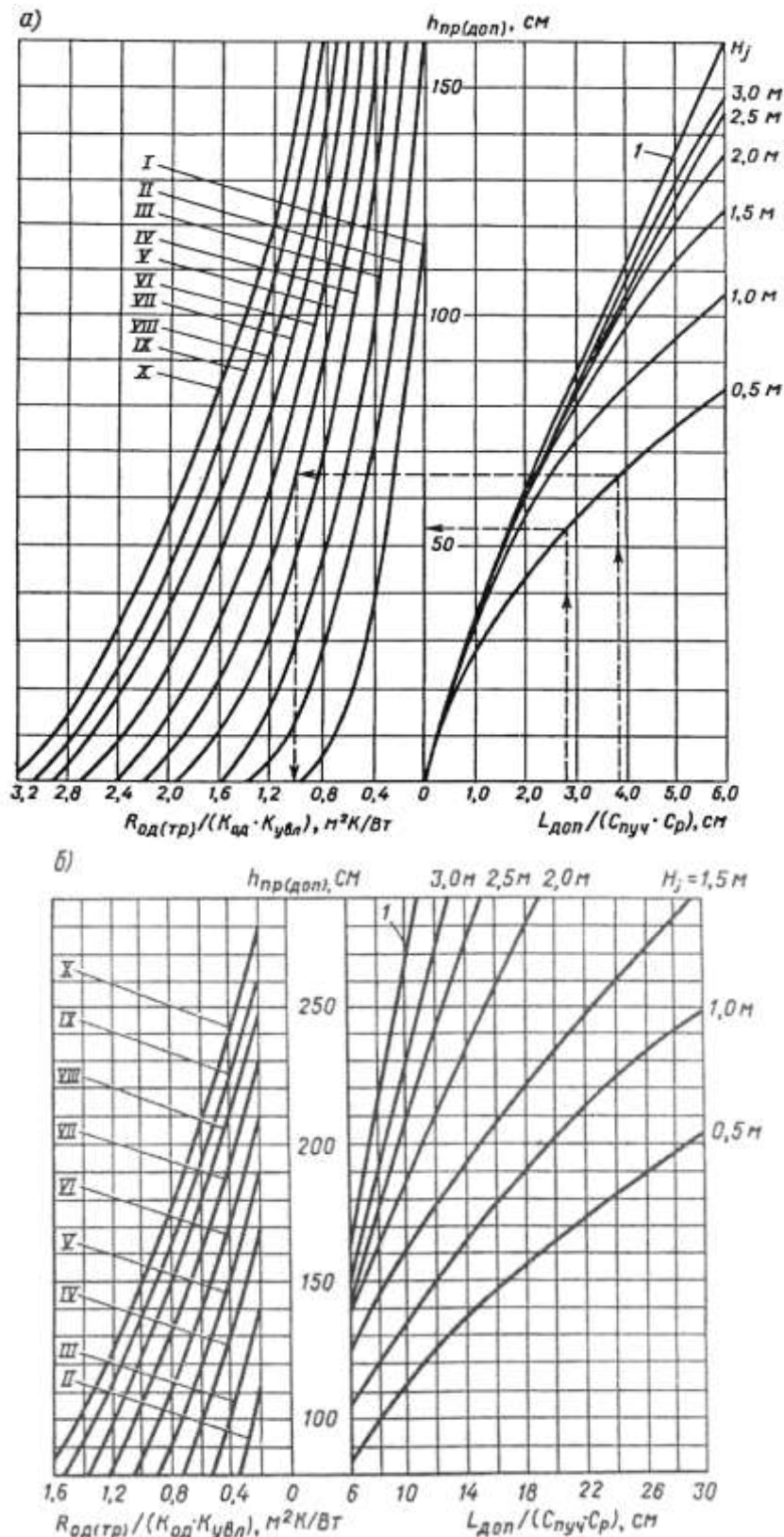


Рисунок 15 – Номограммы для определения требуемого термического сопротивления дорожной одежды $R_{од(тр)}$:

а) при значениях $L_{доп}/(C_{пуч} \times C_p)$ от 0 до 6 см ; б) при значениях $L_{доп}/(C_{пуч} \times C_p)$ от 6 до 30 см; I - X - номера изолиний по карте (рисунок 14); 1 - кривая расчета для 1-го и 2-го типов увлажнения рабочего слоя земляного полотна

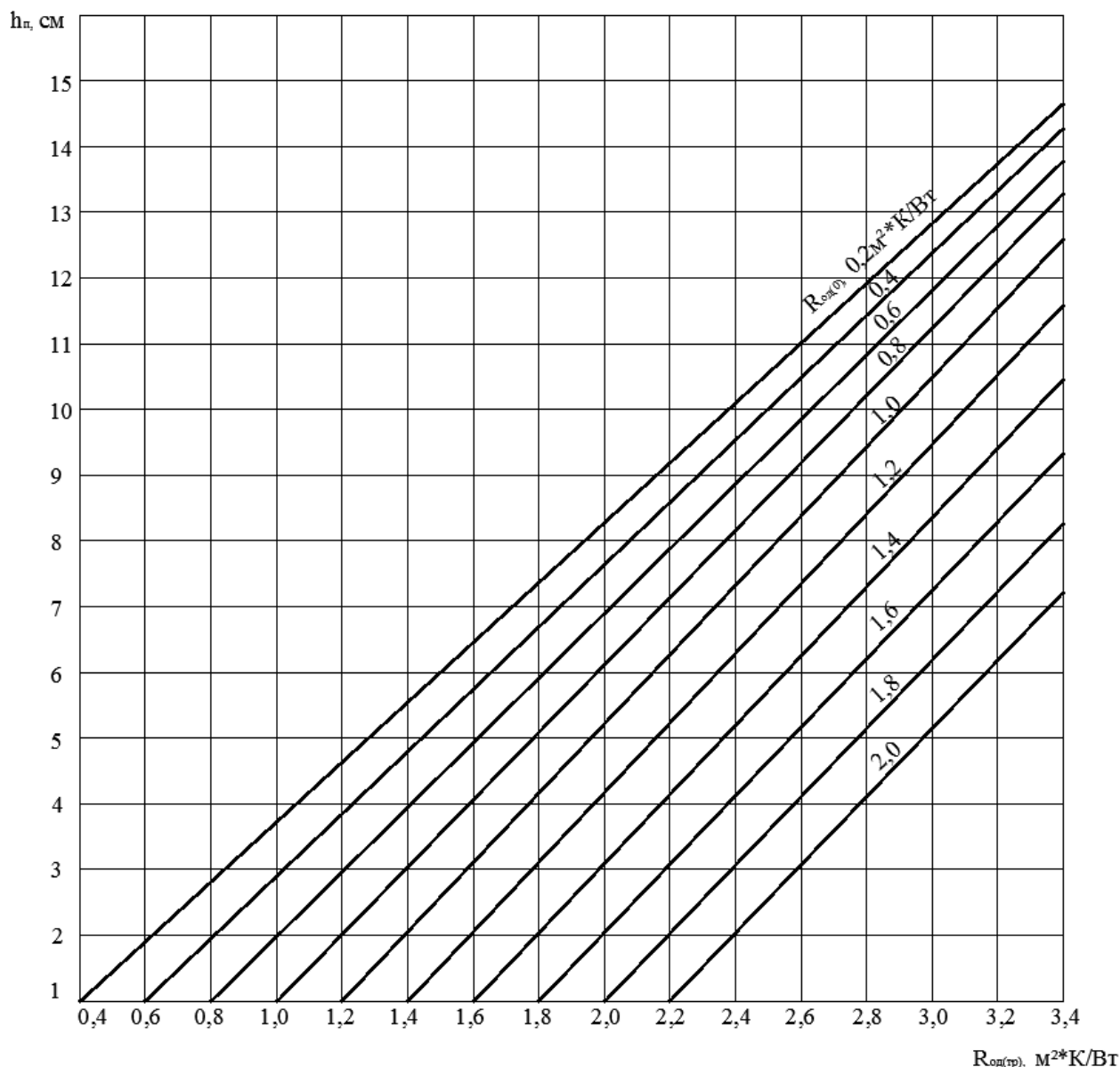


Рисунок 16 – График для определения необходимой толщины слоя пенопласта STYROFOAM:

$R_{од(тр)}$ – требуемое термическое сопротивление дорожной одежды;

$R_{од(о)}$ – термическое сопротивление дорожной одежды без слоя пенопласта.

7 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

7.1 Необходимость усиления дорожных одежд обосновывается результатами диагностики автомобильных дорог согласно Р РК 218-15 и Р РК 218-05.

Усиление необходимо если:

- покрытие существующей дорожной одежды имеет деформации, свидетельствующие о недостаточной прочности, а их количество по площади превышает предельные значения:

- одежды капитального типа до 10 %;

- одежды облегченного типа до 15 %;
- одежды переходного типа до 40 %;
- коэффициент прочности дорожной одежды по упругому прогибу ниже требуемых значений, не выполняется при $E_p = E_{\phi}$, где E_{ϕ} – фактический минимальный с заданной надежностью модуль упругости, полученный по результатам натурных испытаний, МПа).

7.2 Конструирование слоев усиления выполняют с учетом указаний, изложенных в СН РК 3.03-101.

7.3 Толщина слоев усиления дорожной одежды не должна быть меньше приведенной в пункте 4.8.

7.4 Если имеются данные о фактических модулях упругости дорожной одежды, то толщины слоев усиления рекомендуется назначать на основе расчета по упругому прогибу всей конструкции с проверкой на растяжение при изгибе новых слоев.

Если нет достоверных данных о фактических модулях упругости, то проектировать слои усиления допускается по результатам измерения толщин всех конструктивных слоев дорожной одежды с расчетом по трем критериям всей конструкции усиленной одежды. В этом случае важно назначить расчетные характеристики материалов существующей одежды и земляного полотна.

7.5 Выбор конструкции усиления дорожной одежды следует осуществлять на основе технико-экономического сравнения вариантов.

7.6 В случае реконструкции или капитального ремонта нежестких дорожных одежд необходимо:

- выполнить обследование состояния конструктивных слоев дорожной одежды;
- на основании данных обследования принять решение о сохранении, частичном или полном удалении материала конструктивных слоев дорожной одежды.

7.7 На ремонтируемых участках, где сохраняют или используют старую дорожную одежду, проектирование ведут на основе детальных данных по конструкции существующей дорожной одежды, состоянию ее конструктивных слоев и оценке способности этих слоев выполнять свои функции. Для получения исходных данных существующая дорожная одежда и рабочий слой земляного полотна должны быть обследованы с выполнением комплекса работ, а также георадарных, буровых и других видов исследований, позволяющих получить необходимую информацию.

7.8 При разработке проектного решения должны быть рассмотрены вопросы:

- целесообразности использования существующей дорожной одежды или отдельных ее конструктивных слоев без предварительного разрушения;
- целесообразности использования материалов конструктивных слоев после их переработки;
- необходимости усиления существующей конструкции дорожной одежды;
- необходимости повышения морозостойкости существующей конструкции дорожной одежды;
- необходимости улучшения дренирования существующей дорожной одежды;
- необходимости изменения конструкции укрепления обочин;
- необходимости уширения существующей конструкции дорожной одежды и разработки способов уширения.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Расчетные нагрузки

1. Расчетные параметры по группам расчетной нагрузки представлены в таблице А.1.

Таблица А.1 – Расчетные параметры нагрузки

Группа расчетной нагрузки	Нормативная статическая нагрузка, кН на ось	Нормативная нагрузка, передаваемая дорожной одежде колесом автомобиля, кН		Расчетные параметры нагрузки	
		Неподвижного $Q_{расч.}$	Движущегося $Q_{расч.}$	Среднее расчетное удельное давление колеса на покрытие Р, МПа	Расчетный диаметр следа колеса автомобиля D, см
A ₁	100	50	65	0,60	37/33
A ₂	130	65	84,5	0,60	42/37

Примечание: Над чертой – для движущегося колеса, под чертой – для неподвижного.

2. В таблице А.2 представлены значения суммарного коэффициента приведения $S_{m,сум}$ к различным расчетным нагрузкам.

3. Суммарный коэффициент приведения $S_{m,сум}$ определяют по формуле:

$$S_{m,сум} = \sum_1^n S_n, \quad (A.1)$$

где n – число осей у данного транспортного средства, приводимого к расчетной нагрузке;

S_n – коэффициент приведения номинальной динамической нагрузки от колеса каждой из n осей транспортного средства к расчетной динамической нагрузке.

4. Коэффициенты S_n приведения нагрузок определяют по формуле:

$$S_n = \left(\frac{Q_{дн}}{Q_{драсч}} \right)^{\beta}, \quad (A.2)$$

где $Q_{дн}$ и $Q_{драсч}$ – номинальная и расчетная динамические нагрузки от колеса на покрытие, кН;

β – показатель степени, принимаемый равным:

4,4 – для капитальных дорожных одежд;

3,0 – для облегченных дорожных одежд;

2,0 – для переходных дорожных одежд.

При проектировании дорожных одежд для многоколесных специализированных транспортных средств, а также при определении возможности единичных проездов таких транспортных средств по существующей дороге в качестве расчетной принимают наибольшую номинальную динамическую нагрузку $Q_{дп}$ с параметрами r и $D_{э}$. Номинальную $Q_{дп}$ нагрузку определяют с учетом влияния колес данной оси и соседних осей, расположенных друг от друга на расстоянии менее 2,5 м.

Таблица А.2 — Значения суммарных коэффициентов приведения $S_{\text{сум}}$ для различных транспортных средств

Марка транспортного средства	Грузоподъемность, т	Нагрузка на покрытие от переднего колеса, кН		Нагрузка на покрытие от заднего колеса, кН		Расстояние между осями задней тележки трехосного автомобиля α , м	Суммарный коэффициент для приведения к расчетным нормированным нагрузкам, $S_{\text{сум}}$		
		неподвижного	движущегося	неподвижного	движущегося		A_1	A_2	A_3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Грузовые автомобили									
Зил 130 Б	5,2	12,9	16,7	34,8	45,2	-	0,20	0,13	0,06
Зил 130-76 Б	6,2	13,1	17,1	39,5	51,4	-	0,36	0,23	0,11
Зил 130Г-76 Б	6,5	14,2	18,5	39,7	51,5	-	0,36	0,24	0,11
Зил 130ГУ-76 Б	6,2	17	22,1	39,1	50,8	-	0,35	0,23	0,11
Зил 131 Б стент	5,2	17,5	22,8	21,1	27,4	1,25	0,09	0,06	0,03
Зил 133Г1 Б	8,3	20,9	27,1	27,5	35,8	1,4	0,24	0,16	0,08
Зил 133Г2 Б	10	18,4	23,9	33,8	43,9	1,4	0,56	0,37	0,18
Зил 133Г4 Б	10	21,9	28,4	33,3	43,3	1,4	0,54	0,36	0,17
Зил 133ГЯ Б	10	22,3	29	33,4	43,5	1,4	0,55	0,36	0,17
Зил 157КД Б	3,2	12,4	16,1	14,3	18,6	1,12	0,02	0,01	0,01
Зил 431410 Б	6,2	12,6	16,3	39,5	51,3	-	0,35	0,23	0,11
Зил 431510 Б	6,2	14,3	18,5	39,7	51,5	-	0,36	0,24	0,11
Зил 431610 Б	5,7	11,1	14,4	39,8	51,7	-	0,37	0,24	0,12
Зил 431810 Б	6,2	13,9	18,1	39,7	51,6	-	0,37	0,24	0,12
Зил 432900 Б	6,5	15	19,5	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 432910 Б	6,4	15	19,5	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 433100 Б	6,2	18,63	24,21	40,00	52,00	-	0,39	0,25	0,12
Зил 433110 Б	6,7	20	26	40	52	-	0,39	0,26	0,12

Таблица А.2 — Значения суммарных коэффициентов приведения $S_{\text{тсум}}$ для различных транспортных средств (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зил 433300 Б	6,5	18,63	24,21	40,00	52,00	-	0,39	0,25	0,12
Зил 433360 Б	6,5	15	19,5	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 433410 Б	4,1	20,2	26,3	17,8	23,2	1,25	0,06	0,04	0,02
Зил 433420 Б	4,1	20,2	26,26	17,8	23,13	1,25	0,06	0,04	0,02
Зил 433510 Б	6,7	17,9	23,2	40	52	-	0,39	0,25	0,12
КАМАЗ-4310	6,4	24,7	32	24,5	31,8	1,32	0,19	0,12	0,06
КАМАЗ-43101	6,4	25,2	32,7	24,5	31,8	1,32	0,19	0,13	0,06
КАМАЗ-43105	7,4	26,2	34	26	33,8	1,32	0,24	0,16	0,08
КАМАЗ-43106	7,4	26,2	34	26	33,8	1,32	0,24	0,16	0,08
КАМАЗ-43114	6,4	26,9	35	26	33,8	1,32	0,25	0,16	0,08
КАМАЗ-4325	6,5	22,5	29,3	41	53,3	-	0,45	0,29	0,14
КАМАЗ-4326	4,3	28	36,4	30	39	-	0,18	0,12	0,06
КАМАЗ-4425	7,3	22,5	29,3	41	53,3	-	0,45	0,29	0,14
КАМАЗ-5315	8,4	30	39	50	65	-	1,11	0,72	0,35
КАМАЗ-5320	8,2	21,9	28,4	27,3	35,5	1,32	0,26	0,17	0,08
КАМАЗ-53202	8,2	21,5	28	28,3	36,7	1,32	0,29	0,19	0,09
КАМАЗ-53208	7,7	22,5	29,3	28,8	37,4	1,32	0,32	0,21	0,10
КАМАЗ-53212	11	22,5	29,3	36,3	47,1	1,32	0,83	0,54	0,26
КАМАЗ-53218	10	22,5	29,3	36,3	47,1	1,32	0,83	0,54	0,26
КАМАЗ-53229-40	11	30	39	65	84,5	-	3,28	2,14	1,03
КРАЗ-255Б1	7,7	27,2	35,4	34,9	45,4	1,4	0,71	0,46	0,22
КРАЗ-257Б1	12	22,5	29,3	45	58,5	1,4	1,97	1,30	0,62
КРАЗ-260-010	9,2	32,2	41,9	37,6	48,9	1,4	1,02	0,67	0,32
КРАЗ-5131BE	5,4	36,5	47,5	45,2	58,7	-	0,89	0,58	0,28

Таблица А.2 — Значения суммарных коэффициентов приведения $S_{\text{сум}}$ для различных транспортных средств (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
КРАЗ-5133В2	9,2	32,5	42,3	57,5	74,8	-	2,00	1,31	0,63
КРАЗ-6322-016	9,2	32,1	41,8	38,3	49,7	1,4	1,09	0,72	0,34
КРАЗ-65053-040	17	30	39	55	71,5	1,4	4,80	3,16	1,51
МАЗ-5335	8,2	24,8	32,2	50	65	-	1,05	0,68	0,33
МАЗ-53352	8,6	30	39	50	65	-	1,11	0,72	0,35
МАЗ-53362	8,4	31,9	41,5	50	65	-	1,14	0,74	0,36
МАЗ-53363	8,4	31,9	41,5	50	65	-	1,14	0,74	0,36
МАЗ-53366	-	32,5	42,3	50	65	-	1,15	0,75	0,36
МАЗ-53371	8,9	30	39	50	65	-	1,11	0,72	0,35
МАЗ-53371-031	8,7	30	39	50	65	-	1,11	0,72	0,35
МАЗ-6303-020	-	31,9	41,5	45,3	58,9	1,4	2,14	1,41	0,67
МАЗ-63031	-	31,9	41,5	42,8	55,6	1,4	1,69	1,11	0,53
УРАЛ-375Д	5,2	19	24,7	23,1	30	1,4	0,12	0,08	0,04
УРАЛ-375Н	7,2	17,6	22,9	26,9	35	1,4	0,21	0,14	0,07
УРАЛ-377Н	7,7	19,8	25,7	27,5	35,8	1,4	0,24	0,16	0,08
УРАЛ-4320	5,2	21,5	28	22,4	29,1	1,4	0,11	0,07	0,04
УРАЛ-4320-01	5,5	21,4	27,8	47,4	61,6	1,4	2,46	1,62	0,78
УРАЛ-4320-0911	-	25,8	33,5	39,1	50,8	1,4	1,10	0,72	0,35
УРАЛ-4320-31	-	24	31,2	26,3	34,1	1,4	0,22	0,15	0,07
УРАЛ-43202-01	7,2	21,7	28,2	27,1	35,2	1,4	0,23	0,15	0,07
УРАЛ-43202-10-0351	-	22,3	29	29,6	38,4	1,4	0,33	0,22	0,11
УРАЛ-43223	-	23,4	30,4	25,5	33,1	1,4	0,19	0,13	0,06
УРАЛ-5323Я	-	24,7	32,1	26,4	34,3	1,4	0,32	0,21	0,10

Таблица А.2 — Значения суммарных коэффициентов приведения $S_{\text{тсум}}$ для различных транспортных средств (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Scoda-Liaz 18.33 PV	-	33,5	43,6	57,5	74,8	-	2,02	1,32	0,64
Tatra 815-200V51 19 225	9,5	37,5	48,8	57,5	74,8	-	2,13	1,39	0,67
Tatra 815-2D V51 19 252	9,5	37,5	48,8	57,5	74,8	-	2,13	1,39	0,67
Mercedes "М-В" 1838	-	35	45,5	55	71,5	-	1,73	1,13	0,55
Mercedes "М-В" 2038	-	35	45,5	65	84,5	-	3,38	2,21	1,07
Mercedes "М-В" 2053	-	35	45,5	65	84,5	-	3,38	2,21	1,07
Mercedes "М-В" 2627	-	35	45,5	47,5	61,8	1,35	2,77	1,82	0,87
Mercedes "М-В" 2644	-	35	45,5	47,5	61,8	1,35	2,77	1,82	0,87
Mercedes "М-В" 2653	-	30	39	47,5	61,8	1,35	2,67	1,75	0,84
IVECO Euro Tech MP190E42P	-	40	52	65	84,5	-	3,55	2,32	1,12
IVECO Euro Trakher MP 380E42H	-	45	58,5	75	97,5	1,38	19,30	12,69	6,08
Седелные тягачи									
Зил 130В1-76 СТ	6,6	12,4	16,2	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 131НВ СТ	4,2	16,2	21	17,2	22,3	1,25	0,04	0,03	0,01
Зил-В 43318 СТ	6,5	20	26	41	53,3	-	0,44	0,28	0,14
Зил- 433186 СТ	6,2	17,9	23,3	40	52	-	0,39	0,25	0,12

Таблица А.2 — Значения суммарных коэффициентов приведения $S_{\text{тсум}}$ для различных транспортных средств (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зил 43330А СТ	6,4	15	19,5	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 441610 СТ	5,8	13,2	17,2	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 441260 СТ	7,2	12,7	16,4	40,5	52,7	-	0,40	0,26	0,13
Зил-В 44218 СТ	6,7	20	26	39,7	51,5	-	0,38	0,25	0,12
Зил-442300 СТ	6	16,3	21,1	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил- В44231 СТ	6,4	17,5	22,8	40,9	53,1	-	0,42	0,28	0,13
Зил-443110 СТ	7,1	19,9	25,9	17,5	22,8	1,25	0,05	0,03	0,02
Зил-541600 СТ	-	20,2	26,3	32	41,5	1,4	0,45	0,30	0,14
КРАЗ-64431-82	17	27,5	35,8	53	68,9	1,4	4,06	2,67	1,28
КРАЗ-6444	14	27,5	35,8	45	58,5	1,4	2,01	1,32	0,64
КРАЗ-6446	10	29,9	38,8	38	49,3	1,4	1,02	0,67	0,32
МАЗ-5429	8	22,6	29,4	50	65	-	1,03	0,67	0,32
МАЗ-54326	9	30	39	50	65	-	1,11	0,72	0,35
МАЗ-54331-020	8,7	25,5	33,2	50	65	-	1,05	0,69	0,33
МАЗ-64221	15	31,9	41,5	45,3	58,9	1,4	2,14	1,41	0,67
МАЗ-64224	15	31,9	41,5	45,3	58,9	1,4	2,14	1,41	0,67
МАЗ-64226	15	30	39	45	58,5	1,4	2,05	1,35	0,65
МАЗ-64229-027	15	30	39	45	58,5	1,4	2,05	1,35	0,65
МАЗ-537	27	44,8	58,2	78,5	102	1,7	19,55	12,85	6,16
УРАЛ-375С-К1	5,7	20,4	26,5	22,8	29,6	1,4	0,12	0,08	0,04
УРАЛ-375СН	7,6	19,6	25,4	27,4	35,7	1,4	0,24	0,16	0,07
УРАЛ-377СН	7,7	17,8	23,1	27,5	35,8	1,4	0,23	0,15	0,07
УРАЛ-4420-01	5,8	22,2	28,9	22,8	29,7	1,4	0,13	0,08	0,04
DAF FT 85	14	35,5	46,2	63	81,9	-	2,99	1,95	0,94

Таблица А.2 — Значения суммарных коэффициентов приведения $S_{\text{тсум}}$ для различных транспортных средств (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DAF FTG 85	18	35,5	46,2	45	58,5	1,32	2,29	1,51	0,72
DAF FTT 85	19	35,5	46,2	49,8	64,7	1,4	3,24	2,13	1,02
DAF FT 95	13	35,5	46,2	63	81,9	-	2,99	1,95	0,94
DAF FT 95.500V	13	37,5	48,8	65	84,5	-	3,45	2,26	1,09
DAF FTR 95	18	35,5	46,2	46,5	60,5	1,4	2,47	1,62	0,78
DAF FTS 95	19	35,5	46,2	49,5	64,4	1,4	3,18	2,09	1,00
DAF FTT 95	20	35,5	46,2	52,5	68,3	1,4	4,05	2,66	1,28
DAF FT 95 XF	13	35,5	46,2	63	81,9	1,4	2,99	1,95	0,94
DAF FT 95 XF530	13	35,5	46,2	63	81,9	1,4	2,99	1,95	0,94
DAF FTG 95 XF	18	35,5	46,2	45	58,5	1,32	2,29	1,51	0,72
DAF FTR 95 XF	18	35,5	46,2	46,5	60,5	1,4	2,47	1,62	0,78
DAF FTS 95 XF	19	35,5	46,2	49,5	64,4	1,4	3,18	2,09	1,00
MAN F-2000 19.373	13	35,5	46,2	65	84,5	-	3,39	2,22	1,07
MAN F-2000 19.372	13	35,5	46,2	65	84,5	-	3,39	2,22	1,07
MAN F-2000 33.403	24	37,5	48,8	32,5	42,3	1,4	0,75	0,49	0,24
MAN F-2000 33.372	24	35,5	46,2	32,5	42,3	1,4	0,69	0,45	0,22
MAN ÖAF 40.502	28	45	58,5	40	52	1,4	1,79	1,17	0,56
Scoda-Liaz 18.33TBV	-	33,5	43,6	57,5	74,8	-	2,02	1,32	0,64
Scoda-Liaz 18.29 TB	11	33,5	43,6	57,5	74,8	-	2,02	1,32	0,64

Таблица А.2 — Значения суммарных коэффициентов приведения $S_{\text{сум}}$ для различных транспортных средств (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Scoda-Liaz 19.41TBV	-	33,5	43,6	57,5	74,8	-	2,02	1,32	0,64
Tatra 815-24BN01 28 270	16	37,5	48,8	46,3	60,1	1,32	2,62	1,72	0,82
Tatra 815-24EN34 36 270	25	40	52	71,5	93	1,45	14,71	9,67	4,64
Tatra 815-260 N 12 28 255	19	37,5	48,8	52,5	68,3	1,32	4,36	2,86	1,37
Шасси									
Зил 133Г42 Ш	11	21,9	28,4	33,3	43,3	1,4	0,54	0,36	0,17
Зил 432902 Ш	-	15	19,5	40	52	-	0,38	0,25	0,12
Зил 433102 Ш	-	20	26	40	52	-	0,39	0,26	0,12
Зил 433104 Ш	6,7	20	26	40	52	-	0,39	0,26	0,12
Зил 433302 Ш	6,8	17,88	23,24	40,00	52,00	-	0,39	0,25	0,12
Зил 433422 Ш	4,8	20,2	26,26	17,8	23,13	1,25	0,06	0,04	0,02
КАМАЗ-43261	5,4	28	36,4	30	39	-	0,18	0,12	0,06
КАМАЗ-53211	12	22,5	29,3	36,3	47,1	1,32	0,83	0,54	0,26
КАМАЗ-53213	11	22,5	29,3	34,3	44,6	1,32	0,66	0,43	0,21
КАМАЗ-53229-40	17	30	39	45	58,5	1,32	2,17	1,43	0,69
КАМАЗ-55111	16	27,5	35,8	41,3	53,6	1,32	1,48	0,97	0,47
КАМАЗ-6540	20	55	71,5	42,5	55,3	1,32	3,13	2,06	0,99
КРАЗ-260Г-010	10	31,8	41,3	37,5	48,8	1,4	1,01	0,66	0,32
КРАЗ-5131HE	5,8	35,7	46,4	40	52	-	0,60	0,39	0,19
КРАЗ-6322-150	10	32,2	41,8	37,9	49,3	1,4	1,06	0,70	0,33
КРАЗ-63221-016	10	32,2	41,8	37,9	49,3	1,4	1,06	0,70	0,33
КРАЗ-64374	13	36,2	47,1	50,9	66,1	1,4	3,58	2,35	1,13

Таблица А.2 — Значения суммарных коэффициентов приведения $S_{\text{тсум}}$ для различных транспортных средств (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
КРА3-65053-300	19	30	39	55	71,5	1,4	4,80	3,16	1,51
КРА3-65053-400	19	30	39	55	71,5	1,4	4,80	3,16	1,51
КРА3-65101-100	17	30	39	50	65	1,4	3,19	2,10	1,01
КРА3-65101-200	17	30	39	50	65	1,4	3,19	2,10	1,01
УРАЛ-4320-1911	5,8	21,8	28,3	45,6	59,3	1,4	2,08	1,37	0,66
УРАЛ-5557	8,9	21,5	28	30	39	1,4	0,35	0,23	0,11
DAF-FA 85	13	35,5	46,2	63	81,9	-	2,99	1,95	0,94
DAF FAR 85	19	35,5	46,2	47	61,1	1,4	2,57	1,69	0,81
DAF FAS 85	19	35,5	46,2	49,5	64,4	1,4	3,18	2,09	1,00
DAF FAT 85	20	35,5	46,2	52,5	68,3	1,4	4,05	2,66	1,28
DAF FA 95	13	35,5	46,2	63	81,9	-	2,99	1,95	0,94
DAF FAR 95	18	35,5	46,2	46,5	60,5	1,4	2,47	1,62	0,78
DAF FAS 95	18	35,5	46,2	47,3	61,4	1,4	2,63	1,73	0,83
DAF FAT 95	19	35,5	46,2	49,8	64,7	1,4	3,24	2,13	1,02
DAF FA 95 XF	13	35,5	46,2	63	81,9	-	2,99	1,95	0,94
DAF FA 95 XF530	13	35,5	46,2	63	81,9	-	2,99	1,95	0,94
DAF FAR 95 XF	18	35,5	46,2	47,3	61,4	1,4	2,63	1,73	0,83
DAF FAR 95 XF.530	18	35,5	46,2	47,3	61,4	1,4	2,63	1,73	0,83
DAF FAS 95 XF	18	35,5	46,2	47,3	61,4	1,4	2,63	1,73	0,83
DAF FAS 95 XF.530	18	35,5	46,2	47,3	61,4	1,4	2,63	1,73	0,83
IVECO Euro Tech MP440E42T/PP	11	32,5	42,3	57,5	74,8	-	2,00	1,31	0,63
MAN F-2000 19.423	13	35,5	46,2	65	84,5	-	3,39	2,22	1,07

Таблица А.2 — Значения суммарных коэффициентов приведения $S_{\text{сум}}$ для различных транспортных средств (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Renault Manager GT-270.16	9,9	31	40,3	53,9	70	-	1,51	0,99	0,48
Renault Manager GT-340ti.18	12	35,5	46,2	57,5	74,8	-	2,07	1,35	0,65
Renault Manager G-300.26 6x2	18	37,5	48,8	47,5	61,8	1,4	2,75	1,81	0,87
Renault Manager G-300.26 6x4	18	33,3	43,2	52,5	68,3	1,35	4,15	2,73	1,31
Renault Maxter G-270ti.19/20	13	37,5	48,8	65	84,5	-	3,45	2,26	1,09
Renault Maxter G-340.34	25	37,5	48,8	66,3	86,1	1,35	11,36	7,47	3,58
Renault Maxter G-340ti.40	38	37,5	48,8	62,5	81,3	1,35	9,48	6,23	2,99
Renault Major R340ti.19/20	13	35	45,5	65	84,5	-	3,38	2,21	1,07
Renault Major R385 26S/J	17	32,5	42,3	52,5	68,3	1,35	4,13	2,72	1,30
Renault Magnum AE 430 ti26 S	17	37,5	48,8	47,5	61,8	1,39	2,77	1,82	0,87
Renault Premium 260.18	12	35,5	46,2	57,5	74,8	-	2,07	1,35	0,65
Renault Premium 300.26	19	40	52	47,5	61,8	1,38	2,89	1,90	0,91
Renault Premium 340.26S	18	40	52	47,5	61,8	1,38	2,89	1,90	0,91
Scania R124/R124	22	40	52	52,5	68,3	1,35	4,35	2,86	1,37
Scania R144 class G	-	45	58,5	75	97,5	1,36	21,05	13,84	6,64
Scoda-Liaz 24.23KYB	-	33,5	43,6	40	52	1,3	1,42	0,93	0,45

Таблица А.2 — Значения суммарных коэффициентов приведения $S_{\text{сум}}$ для различных транспортных средств (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Scoda-Liaz 24.33 PZV	-	33,5	43,6	45	58,5	1,35	2,19	1,44	0,69
Scoda-Liaz 24.33PY	-	43,6	56,6	45	58,5	1,35	2,56	1,69	0,81
Tatra 815-2 PR 40 19 170	12	40	52	55	71,5	-	1,90	1,24	0,60
Tatra 815-2 PR 41 19 170	12	40	52	55	71,5	-	1,90	1,24	0,60
Tatra 815-2 PR 3 28 210	19	32	41,6	55,3	71,8	1,32	5,24	3,45	1,65
Volvo FH 12 6x2	21	40	52	52,5	68,3	1,37	4,31	2,83	1,36
Volvo FH 16 6x2	20	40	52	52,5	68,3	1,38	4,27	2,81	1,35
Volvo FH 16 6x2	17	40	52	52,5	68,3	1,37	4,31	2,83	1,36
Volvo FH 16 6x4	20	40	52	52,5	68,3	1,38	4,28	2,81	1,35
FH 16 6x4	25	40	52	50	65	1,37	3,54	2,32	1,11
Тягачи									
УРАЛ-43204-10	-	23	29,9	28,5	37	1,4	0,29	0,19	0,09
IVECO Euro Tech MP440E42T	11	32,5	42,3	57,5	74,8	-	2,00	1,31	0,63
IVECO Euro Tech MP440E42T/P	11	32,5	42,3	57,5	74,8	-	2,00	1,31	0,63
IVECO Euro Star LD440E5T/P	-	40	52	57,5	74,8	-	2,00	1,31	0,63
IVECO Euro Trakher MP 440E42HT	-	42,5	55,3	52,5	68,3	1,38	4,38	2,88	1,38
IVECO Euro Trakher MP 720E37HT	-	45	58,5	75	97,5	1,38	19,30	12,69	6,08

Таблица А.2 — Значения суммарных коэффициентов приведения $S_{\text{тсум}}$ для различных транспортных средств (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Renault Major R385 26 T	17	37,5	48,8	50	65	1,35	3,49	2,30	1,10
Renault Magnum AE 560 ti26 T	16	37,5	48,8	52,5	68,3	1,35	4,26	2,80	1,34
Renault Series "C" CLM 340.19T	13	33,3	43,2	65	84,5	-	3,34	2,18	1,05
Renault Series "C" CBH 385T	25	36,8	47,8	66,6	86,6	1,35	11,61	7,64	3,66
Renault Premium 385.19	14	35,5	46,2	65	84,5	-	3,39	2,22	1,07
Renault Premium 385.24	16	35,5	46,2	45	58,5	1,32	2,29	1,51	0,72
Renault Premium 340.26S	18	40	52	47,5	61,8	1,38	2,89	1,90	0,91
Scania R113HA	15	37,5	48,8	65	84,5	-	3,45	2,26	1,09
Scania R113HL 4x2	15	40	52	65	84,5	-	3,55	2,32	1,12
Scania R113HL 6x2	22	42,5	55,3	52,5	68,3	1,36	4,45	2,93	1,40
Scania R113HL 6x4	22	40	52	52,5	68,3	1,36	4,34	2,85	1,37
Scania R143HL 4x2	15	40	52	32,5	42,3	-	0,52	0,34	0,17
Scania R143HL 6x2	22	42,5	55,3	52,5	68,3	1,36	4,45	2,93	1,40
Scania R143HL 6x4	21	40	52	52,5	68,3	1,36	4,34	2,85	1,37
R143ELZ 8x4	36	40	52	75	97,5	1,35	20,17	13,26	6,36
Volvo FH 12 4x2	13	40	52	65	84,5	-	3,55	2,32	1,12
Volvo FH 12 6x2	19	40	52	47,5	61,8	1,38	2,88	1,90	0,91
Volvo FH 12 6x4	18	35,5	46,2	47,5	61,8	1,37	2,74	1,80	0,86
Volvo FH 12 6x4	21	40	52	52,5	68,3	1,38	4,28	2,81	1,35
Volvo FH 16 4x2	14	35,5	46,2	65	84,5	-	3,39	2,22	1,07
Volvo FH 16 4x2	14	40	52	65	84,5	-	3,55	2,32	1,12

Таблица А.2 — Значения суммарных коэффициентов приведения $S_{\text{тсум}}$ для различных транспортных средств (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volvo FH 16 6x2	18	35,5	46,2	47,5	61,8	1,38	2,73	1,80	0,86
Volvo FH 16 6x2	18	33,5	43,6	47,5	61,8	-	0,97	0,63	0,31
Volvo FH 16 6x4	18	35,5	46,2	47,5	61,8	1,37	2,74	1,80	0,86
Самосвалы									
УРАЛ-55223	-	23,5	30,6	30,3	39,4	1,4	0,38	0,25	0,12
УРАЛ-5557-10	-	22,5	29,2	30	39	1,4	0,36	0,23	0,11
MAN F-2000 36.372	23	37,5	48,8	32,5	42,3	1,4	0,75	0,49	0,24
Tatra 815-2 S 3 28 210	17	31,5	41	55,5	72,2	1,32	5,33	3,51	1,68
Tatra 815-2 OO S81 36 225	21	35	45,5	55	71,5	1,32	5,53	3,64	1,74
Tatra 815-2 DO S81 36 252	21	35	45,5	55	71,5	1,32	5,53	3,64	1,74
Tatra 815-2 SV 3 28 210	12	31,5	41	55	71,5	1,32	5,13	3,37	1,62

5. Номинальная динамическая нагрузка $Q_{\text{дн}}$ определяется по паспортным данным на транспортное средство с учетом распределения статических нагрузок на каждую ось:

$$Q_{\text{дн}} = K_{\text{дин}} \cdot Q_n, \quad (\text{А.3})$$

где $K_{\text{дин}}$ - динамический коэффициент равный 1,3;

Q_n - номинальная статическая нагрузка на колесо данной оси, кН.

При определении расчетного значения номинальной статической нагрузки для многоосных автомобилей фактическую номинальную нагрузку на колесо, определяемую по паспортным данным, следует умножить на коэффициент K_c вычисляемый по формуле:

$$K_c = a - b\sqrt{B_m - c}, \quad (\text{А.4})$$

где B_m - расстояние между крайними осями тележки, м;

a, b, c - параметры, определяемые в зависимости от капитальности дорожной одежды и числа осей тележки по таблице А.3.

Таблица А.3 – Значения параметров уравнения (А.4)

Тип тележки	а	в	с
Двухосная	1,7/1,52	0,43/0,36	0,5/0,5
Трехосная	2,0/1,60	0,46/0,28	1,0/1,0
Примечание - В числителе - для капитальных и облегченных дорожных типов дорожных одежд, в знаменателе - для переходных.			

6. Суммарный коэффициент приведения определяют в следующей последовательности:

- назначают расчетную нагрузку и определяют параметры $Q_{\text{расч.}}$, P и D ;
- для каждой марки автомобиля в составе перспективного движения по паспортным данным устанавливают величину номинальной статической нагрузки на колесо для всех осей транспортного средства Q_n ;
- умножают полученные значения Q_n и $Q_{\text{расч.}}$ на динамический коэффициент и находят величины номинальной динамической нагрузки от $Q_{\text{дн}}$ колеса для каждой оси и расчетной динамической нагрузки $Q_{\text{драсч.}}$;
- по формуле (А.2) рассчитывают коэффициент приведения S_n номинальной нагрузки от колеса каждой из осей к расчетной;
- по формуле (А.1) вычисляют суммарный коэффициент приведения нагрузки от рассматриваемого типа автомобиля к расчетной нагрузке.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Нормативные и расчетные значения прочностных и деформационных характеристик конструктивных слоев из различных дорожно-строительных материалов

***1. Слои из асфальтобетона**

Таблица Б.1 – Значения кратковременного модуля упругости асфальто- и полимерасфальтобетонов различных составов при расчете конструкции по допускаемому упругому прогибу и условию сдвигоустойчивости

Материал	Битум	Расчетное значение кратковременного модуля упругости Е, МПа, при температуре покрытия, °С			
		+10	+30	+40	+50 (60)
Плотный и высокоплотный асфальтобетон	Вязкий БНД/БН: 50/70	4400	1300	690	430
	70/100	3200	900	550	380
	100/130	2400	660	440	350
	130/200	1500	560	380	320
	Жидкий: БГ 70/130	1000	400	300	300
	СГ 130/200	900	400	300	300
	СГ 70/130	800	350	250	250
	МГ 70/130	800	350	250	250
Модифицированный		4000	1585	1010	660
Пористый и высокопористый асфальтобетон	Вязкий БНД/БН: 50/70	2800	900	540	390
	70/100	2000	700	460	360
	100/130	1400	510	380	350
	130/200	1100	400	340	340
Щебеночно-мастичный асфальтобетон	Вязкий БНД: 70/100	3700	1360	840	530
	100/130	2700	1045	675	460

Примечания

1 Битум принят согласно СТ РК 1373 и СТ РК 2534 для модифицированного асфальтобетона.

2 В качестве расчетной температуры асфальтобетона следует принимать: V ДКЗ +50 °С, IV ДКЗ +40 °С, III ДКЗ +30 °С.

3 При расчете на упругий прогиб во всех дорожно-климатических зонах величину Е принимать при t = +10 °С.

4 Модули упругости плотного асфальтобетона даны в таблице применительно к смесям типа Б. При температурах от 30 до 50 °С модули упругости для смесей типа А следует увеличить, а типов В, Г, Д – уменьшить на 20%.

5 Модули упругости пористого и высокопористого асфальтобетона даны в таблице применительно к песчаным смесям. При температуре от 30 до 50 °С модули упругости для мелкозернистых смесей следует увеличить на 10%, а для крупнозернистых смесей – на 20%.

6 Расчетные значения кратковременного модуля упругости Е приведены для использования в расчетах конструкций по упругому прогибу и сдвигу в грунте и в промежуточных слоях одежды.

Таблица Б.2 – Характеристики асфальтобетонов при расчете на растяжение при изгибе под кратковременными нагрузками

Асфальтобетон	Расчетный модуль упругости, Е, МПа	Среднее сопротивление растяжению при изгибе, МПа
Высокоплотный, плотный на битуме БНД 50/70	6000	3,2
БНД 70/100	4500	2,8
БНД 100/130	3600	2,4
БНД 130/200	2600	2,0
БГ 100/130	1700	1,7
СГ 130/200	1500	1,6
Пористый на битуме БНД 50/70	3600	1,8
БНД 70/100	2800	1,6
БНД 100/130	2200	1,4
БНД 130/200	1800	1,2
Высокопористый на битуме БНД 50/70	3000	1,1
БНД 70/100	2100	1,0
БНД 100/130	1700	0,9
Модифицированный асфальтобетон	6100	3,2
Щебеночно-мастичный на битуме БНД/БН 70/100	5600	2,8
100/130	4800	2,4

Таблица Б.3 – Расчетные значения модуля упругости асфальтобетонов при расчете на длительную нагрузку

Асфальтобетон	Тип смеси	Расчетный модуль упругости Е при статическом действии нагрузки, МПа при расчетной температуре, °С		
		+30	+40	+50
Высокоплотный, плотный, модифицированный	ЩМА, А	420	360	300
	Б	350	300	250
	В	280	240	200
	Г	270	220	200
	Д	180	160	150
Пористый, высокопористый	Крупнозернистая	320	280	250
	Мелкозернистая	250	220	200
	Песчаная	225	200	190

Примечание - Модуль упругости высокоплотного асфальтобетона принимать как для типа А

(Изм.ред. – Приказ КДСиЖКХ от 14.06.2019 г. №96-НК)

СП РК 3.03-104-2014*

2. Конструктивные слои из материалов, укрепленных органическими и неорганическими вяжущими.

Таблица Б.4 – Конструктивные слои из щебеночно-гравийно-песчаных смесей и грунтов, обработанных органическими и комплексными вяжущими (органоминеральные смеси по ГОСТ 30491)

Материал слоя	Расчетный модуль упругости E , МПа
Щебеночно-гравийно-песчаная смесь и крупнообломочный грунт, обработанные: - жидкими или вязкими органическими вяжущими, в т.ч. эмульгированными;	450/350
- жидкими и органическими вяжущими совместно с минеральными или эмульгированными совместно с минеральными	950/700
Пески: гравелистый, крупный, средний, мелкий; супесь легкая и пылеватая; суглинки легкий, обработанные: - жидкими органическими вяжущими или вязкими, в т.ч. эмульгированными;	430/280
- жидкими органическими вяжущими совместно с минеральными или эмульгированными совместно с минеральными	700/600
Примечание - Над чертой — оптимального состава, под чертой — неоптимального состава.	

Таблица Б.5 – Конструктивные слои из черного щебня СТ РК 1215

Материал	Расчетное значение модуля упругости E , МПа
Черный щебень, уложенный по способу заклинки	600 - 900
Слой из щебня, устроенного по способу пропитки вязким битумом и битумной эмульсией	400 - 600
Примечание - Большие значения — для покрытий, меньшие — для оснований.	

Таблица Б.6 – Характеристика слоев дорожной одежды в зависимости от материалов и процента вяжущего

Вид вяжущего и минерального материала	Класс прочности	Расход вяжущего, %		Расчетные характеристики, МПа	
		смешение в установке	смешение на дороге	модуль упругости E	растяжение при изгибе R_y
1	2	3	4	5	6
1 Зольное вяжущее					
1.1 Обогащенная песчано- гравийные, песчано-щебеночные, песчано-гравийно-щебеночные смеси по ГОСТ 23558	A	26	30	1200	3,5
	I	21	24	800	2,5
	II	18	20	600	2,0
1.2. Природные песчано-гравийные смеси	A	26	30	1000	3,0
	I	24	28	800	2,5
	II	20	23	600	2,0

Таблица Б.6 – Характеристика слоев дорожной одежды в зависимости от материалов и процента вяжущего (продолжение)

1.3 Пески повышенной крупности и крупные по ГОСТ 8736	II	27	31	600	1,5
	III	24	28	400	1,0
1.4 Пески средние, мелкие и очень мелкие с модулем крупности более 1,0 по ГОСТ 8736	II	30	34	400	0,8
	III	27	31	250	0,5
1.5 Песчаные грунты всех типов по ГОСТ 22733, супеси всех подтипов по СНиП РК 3.03-09	II	33	37	600	1,0
	III	30	34	400	0,7
1.6 Суглинки легкие и легкие пылеватые по СНиП РК 3.03-09	II	35	39	400	0,5
	III	33	38	300	0,3
2 Шлаковое вяжущее					
2.1 Песчано-гравийные, песчано-гравийно-щебеночные смеси по ГОСТ 25607	A	17	20	1300	3,8
	I	11	13	800	2,5
	II	9	11	550	1,3
2.2 Песчано-гравийные смеси природные, пески повышенной крупности и крупные по ГОСТ 8736.	A	15	18	1000	3,0
	I	13	15	650	2,0
	II	11	13	480	1,1
2.3. Пески средние, мелкие и очень мелкие с модулем крупности более 1,0 по ГОСТ 8736.	I	20	22	600	1,2
	II	15	18	450	0,8
	III	13	15	280	0,5
2.4 Песчаные грунты по ГОСТ 22733, супеси легкие, легкие пылеватые, суглинки легкие.	I	20	22	600	1,2
	II	16	18	450	0,8
	III	13	15	280	0,5
2.5 Суглинки легкие пылеватые	II	15	17	400	0,7
	III	10	12	250	0,4
2.6 Пески барханные одномерные	II	18	20	400	0,7
	III	14	16	250	0,4
3 Бокситовое вяжущее					
3.1 Песчано-гравийные, песчано-гравийно-щебеночные смеси по ГОСТ 25607	A	20	22	1200	3,5
	I	14	16	700	1,6
	II	12	14	500	1,0
3.2 Песчано-гравийные смеси природные	A	18	20	1000	3,0
	I	16	18	650	1,4
	II	12	14	450	0,9
3.3 Пески повышенной крупности и крупные по ГОСТ 8736	I	21	23	600	1,2
	II	18	20	400	0,8
	III	15	18	300	0,6
3.4 Пески средние, мелкие и очень мелкие с модулем крупности более 1,0 по ГОСТ 8736	I	25	27	550	1,0
	II	22	24	350	0,7
	III	19	21	250	0,5

Таблица Б.6 – Характеристика слоев дорожной одежды в зависимости от материалов и процента вяжущего (продолжение)

3.5 Песчаные грунты по ГОСТ 22733, супеси легкие, легкие пылеватые	I	25	27	550	1,0
	II	22	24	350	0,7
	III	18	20	250	0,5
3.6 Суглинки легкие и легкие пылеватые	II	28	30	350	0,7
	III	24	26	250	0,5
4 Бокситовый шлам					
4.1 Щебеночно-песчанная смесь (ЩПС), гравийно - песчаная смесь оптимальная, щебеночная - гравийно-песчаная смесь, щебень природный, щебень рядовой	I	-	30	550	1,0
	II	-	25	450	0,7
	III	-	20	350	0,4
4.2 ГПС природная	III	-	100	300	0,3
5. Цемент М-400					
5.1 Щебеночно-песчанная смесь (ЩПС), щебеночная оптимальная смесь, щебень природный, дресва	I	8	9	800	1,2
	II	7	8	600	0,8
	III	-	7	500	0,4
5.2 ГПС природная	I	9	10	700	1,2
	II	8	9	550	0,8
	III	-	8	400	0,4
5.3 Высевки, песок природный крупнозернистый	I	10	12	700	1,2
	II	9	10	550	0,8
	III	-	9	400	0,4
5.4 Песок мелкозернистый	I	10	12	550	1,2
	II	9	10	400	0,8
	III	-	9	250	0,4
5.5 Супесь	I	14	15	550	1,2
	II	12	14	400	0,8
	III	10	12	250	0,4

3. Конструктивные слои из щебеночно-гравийно-песчаных материалов, не обработанных вяжущими.

Таблица Б.7 – Конструктивные слои из смесей щебеночно-гравийно-песчаных, соответствующих ГОСТ 25607 и ГОСТ 3344

Материал слоя	Расчетный модуль упругости E , МПа
Щебеночная/гравийная смеси (С) покрытий непрерывной гранулометрии (ГОСТ 25607) при максимальном размере зерен с использованием материала марки от 600 до 800	300/280
С ₁ - 40 мм	
С ₂ - 20 мм	290/260

Таблица Б.7 – Конструктивные слои из смесей щебеночно-гравийно-песчаных, соответствующих ГОСТ 25607 и ГОСТ 3344 (продолжение)

То же, для оснований С ₃ - 120 мм	280/240
С ₄ - 80 мм	275/230
С ₅ - 80 мм	260/220
С ₆ - 40 мм	250/200
С ₇ - 20 мм	240/180
Шлаковая щебеночно-песчаная смесь из неактивных и слабоактивных шлаков (ГОСТ 3344) С ₁ - 70мм	275
С ₂ - 70 мм	260
С ₄ - 40 мм	250
С ₆ - 20 мм	210
Примечание – Над чертой – из легкоуплотняемого щебня; под чертой – из трудноуплотняемого.	

Таблица Б.8 – Щебеночные основания, устраиваемые методом заклинки ГОСТ 25607, ГОСТ 8267

Материал слоя	Расчетный модуль упругости E , МПа
Материал заклинки щебня фракционированного 40 - 80 (80 - 120) мм маркой не ниже 1000 с заклинкой:	
-фракционированный мелкий щебень	$\frac{450}{350}$
-известняковая мелкая смесь или активный мелкий шлак	$\frac{400}{300}$
-мелкий высокоактивный шлак	$\frac{450}{400}$
-переработанная существующая асфальтобетонная смесь (асфальтогранулят)	$\frac{500}{450}$
-цементопесчаная смесь М75 при глубине пропитки 0,25 - 0,75 h слоя	$\frac{450 - 700}{350 - 600}$
Примечание - Над чертой — из легкоуплотняемого щебня; под чертой — из трудноуплотняемого	

Таблица Б.9 – Расчетные значения характеристик естественных материалов

Материал	Расчетные значения характеристик естественных материалов и грунтов, укрепленных на дороге			Примечание
	φ , ГРАД	C , МПа	E , МПа	
Подобранная песчано-гравийные смеси № С1, С2, С4 (по ГОСТ 25607, СТ РК 1549)	45	0,02	180	Показатели C и E при остаточной пустотности уплотненного песка (%) $26 < n < 32$ – снижаются на 20 %, а при $n > 32$ - на 40 %

Таблица Б.9 – Расчетные значения характеристик естественных материалов
(продолжение)

Природная песчано-гравийные смеси (по ГОСТ 8267)	43	0,008	130	Показатели <i>C</i> и <i>E</i> при остаточной пустотности уплотненного песка (%) 26< <i>n</i> <32 – снижаются на 20 %, а при <i>n</i> >32- на 40 %
Песок: (по ГОСТ 8736) - крупный и гравелистый	43	0,008	130	
- средней крупности	40	0,006	120	
- мелкий	38	0,005	100	

Таблица Б.10 – Механические характеристики теплоизолирующих слоев

Материал	Расчетный модуль упругости <i>E</i> , МПа
Пенопласт	13,0 - 33,5
Стиропорбетон	500 - 800
Аглопоритовый щебень, обработанный вязким битумом	400
Керамзитовый гравий, обработанный вязким битумом	500
Гравий (щебень) с легкими заполнителями, обработанные вязким битумом	500
Цементогрунт с перлитом	130
То же, с полистиролом, состава: - гранулы полистирола 2 – 3 %, - песок 97 – 98 % (% массы), - цемент 7 – 6 %	300
То же, с керамзитом, состава: - песок 75 %, - керамзит 25 %, - цемент 6 %	300
Битумоцементогрунт с перлитом, состава: - перлитовый щебень 25 – 20 %, - песок 75 – 80 %, - цемент 4 – 6 %, - битум 12 – 10 %.(массы песка, перлита и цемента)	250 - 350
Цементогрунт с аглопоритом, состава: - супесь или песок 70 – 80 %, - аглопорит 30 - 20 %, - цемент 6 %	250 - 350

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Расчетные характеристики грунтов

1. Расчетную влажность грунта w_p определяют по формуле:

$$w_p = \bar{w} \times (1 + 0,1t), \quad (B.1)$$

где $\bar{w}$ – среднее многолетнее значение относительной (доли от границы текучести) влажности грунта (таблица В.1) определяется, в наиболее неблагоприятный (весенний) период года в рабочем слое земляного полотна, отвечающего нормам СП РК 3.03-101 «Автомобильные дороги» по возвышению над источниками увлажнения, на дорогах с усовершенствованными покрытиями и традиционными основаниями дорожных одежд (щебень, гравий и т.п.), в зависимости от дорожно-климатической зоны; схемы увлажнения земляного полотна и типа грунта;

t – коэффициент нормированного отклонения, принимаемый в зависимости от требуемого уровня надежности по таблице В.2.

Таблица В.1 – Среднее значение влажности

Дорожно-климатическая зона	Схема увлажнения рабочего слоя земляного полотна	Среднее значение влажности $\bar{w}$, доли W_m грунта			
		супеси песчанистой	песка пылеватого	суглинка легкого песчанистого, тяжелого песчанистого, глины	супеси пылеватой, суглинка легкого пылеватого, тяжелого пылеватого
III	1	0,55	0,57	0,60	0,63
	2-3	0,59	0,61	0,63	0,67
IV	1	0,53	0,55	0,57	0,60
	2-3	0,57	0,58	0,60	0,64
V	1	0,52	0,53	0,54	0,57
	2-3	0,55	0,56	0,57	0,60
Примечание - Указанными значениями $\bar{w}$ можно пользоваться только при обеспечении требуемого возвышения поверхности покрытия в соответствии со СНиП РК 3.03-09. Для участков, где данное требование не обеспечивается (например, в нулевых местах и в выемках с близким залеганием грунтовых вод) $\bar{w}$ назначается по данным прогнозов, но не менее чем на 0,03 больше значений, приведенных выше в таблице.					

При расчете конструкций, в которых предусмотрены такие мероприятия, как устройство монолитных оснований дорожных одежд, водонепроницаемость обочин, совершенный дренаж, теплоизоляционные слои, полностью предотвращающие промерзание земляного полотна, и др., среднюю влажность по таблице В.1 следует уменьшить на значения, указанные в таблице В.4.

Таблица В.2 – Коэффициенты нормированного отклонения

Уровень проектной надежности K_n	0,60	0,85	0,90	0,95
Коэффициент t нормированного отклонения	0,26	1,06	1,32	1,71

Рекомендуемые расчетные значения сдвиговых характеристик грунтов и песков представлены в таблице В.3.

Таблица В.3 – Расчетные значения сдвиговых характеристик глинистых грунтов в зависимости от расчетного числа приложений расчетной нагрузки и расчетной относительной влажности

Грунт	Обозначения	Ед. изм.	Расчетные значения характеристик при влажности грунта, доли от W_T							
			0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9
Супесь песчанистая	$E_{гр}$	МПа	60	56	53	49	45	43	42	41
	$\varphi_{гр}$	град	36	36	36	35	35	34	34	33
	$C_{гр}$	МПа	0,014	0,014	0,013	0,012	0,011	0,010	0,009	0,008
Песок пылеватый	$E_{гр}$	МПа	90	84	78	72	66	60	54	48
	$\varphi_{гр}$	град	38	37	37	36	35	34	33	32
	$C_{гр}$	МПа		0,022	0,018	0,014	0,012	0,011	0,010	0,009
Суглинок легкий песчанистый, тяжелый песчанистый глина	$E_{гр}$	МПа	90	72	50	41	34	29	25	24
	$\varphi_{гр}$	град	27	24	21	18	15	13	11	10
	$C_{гр}$	МПа	0,036	0,030	0,024	0,019	0,015	0,011	0,009	0,006
Супесь пылеватая, суглинок легкий пылеватый, тяжелый пылеватый	$E_{гр}$	МПа	90	72	54	46	38	32	27	26
	$\varphi_{гр}$	град	27	24	21	18	15	13	11	10
	$C_{гр}$	МПа	0,036	0,030	0,024	0,016	0,013	0,010	0,008	0,005

Значения характеристик суглинка и глины даны применительно к гидрослюдистому и каолинитовому минералогическому составу глинистых частиц. Характеристики суглинков и глин монтмориллонитового состава при влажности (0,6 - 0,75) W_T , а также некоторых засоленных грунтов следует определять экспериментальными методами. При влажности выше 0,75 W_T для этих грунтов должны быть приняты меры по защите их от чрезмерного увлажнения или замене таких грунтов.

Дорожно-климатическое районирование на территории Республики Казахстан согласно СП РК 3.03-101-2013 представлено на рисунке В.1.

При проектировании участков дорог в приграничных зонах при обосновании данных о грунтово-гидрологических и почвенных условиях, а также, исходя из практики эксплуатации дорог в районе, допускается принимать проектные решения как для смежной (северной или южной) зоны.

В горных районах дорожно-климатические зоны следует определять с учетом высотного расположения объектов проектирования, принимая во внимание природные условия на данной высоте. Местность с отметками над уровнем моря 450 - 1000 метров следует отнести к IV ДКЗ, а с отметками более 1000 метров к III ДКЗ.

Таблица В.4 – Конструктивное мероприятие

Конструктивное мероприятие	Снижение средней влажности, в долях W_t , дорожно-климатических зонах		
	III	IV	V
Основания одежды или морозозащитные слои на границе раздела с грунтом земляного полотна из укрепленных материалов и грунтов на основе:			
- крупнообломочного грунта и песка	0,04	0,03	0,03
- супеси	0,05	0,05	0,04
- пылеватых песков и супесей, суглинка, зологрунтов	0,08	0,06	0,05
Укрепление обочин (не менее, чем на 2 - 3 их ширины):			
- асфальтобетон	0,04	0,03	0,02
- щебнем (гравием)	0,02	0,02	0,02
Дренаж с продольными трубчатыми дренами	0,03	-	-
Обеспечение безопасного расстояния от уреза застаивающейся воды до бровки земляного полотна	0,02	-	-
Устройство в земляном полотне гидроизоляционных прослоек из полимерных рулонных материалов	0,05	0,03	0,03
Устройство теплоизолирующего слоя, предотвращающего промерзание грунта	Снизить на расчетное зимнее влагонакопление		
Грунт в активной зоне земляного полотна в «обойме»	Снизить расчетную влажность грунта до оптимального значения		
Грунт уплотненный до $K_{упл} = 1,03 \div 1,05$ в слое 0,3 - 0,5 м от низа дорожной одежды	0,03 - 0,05	0,03 - 0,05	0,03 - 0,05



ПРИЛОЖЕНИЕ Г (информационное)

Пример расчета

Требуется запроектировать дорожную одежду при следующих исходных данных:

- автомобильная дорога I категории располагается в IV дорожно-климатической зоне, в Акмолинской области;
- заданный срок службы дорожной одежды $T = 20$ лет согласно требованиям ПР РК 218-05-05;
- интенсивность движения на начало срока службы $N = 5450$ авт/сут; коэффициент изменения интенсивности $q=1,04$;
- грунт рабочего слоя земляного полотна - суглинок тяжелый пылеватый;
- материалы основания - щебеночно-гравийно-песчаная смесь, обработанная битумом и песок средней крупности;
- местность по условиям увлажнения относится к 1-му типу.

Расчет конструкции на прочность

1. Интенсивность движения по категориям транспортных средств представлена в таблице Г.1. Для каждой категории транспортных средств выбраны основные модели, наиболее часто встречающиеся в транспортном потоке, для которых производим расчет суммарных коэффициентов приведения $S_{m, \text{сум}}$ к нагрузке A_2 , т.к. дорога имеет международное значение и на ней предусмотрено систематическое движение грузовых автомобилей с нагрузкой на одиночную ось 130 кН (см. таблицу Г.1).

а) Рассчитываем $S_{m, \text{сум}}$ для ПАЗ-657 (двухосные транспортные средства):

- по справочникам транспортных средств находим значение динамической нагрузки на покрытие от переднего и заднего колес, которое составляет $Q_{\text{п}} = 17,2$ кН и $Q_3 = 29,4$ кН соответственно;

- по формуле (А.2) приложения А рассчитываем коэффициент приведения к нагрузке A_2 передней оси $S_{n\text{п}}$:

$$S_{n\text{п}} = \left(\frac{17,2}{84,5} \right)^{4,4} = 0,001$$

- по формуле (А.2) приложения А рассчитываем коэффициент приведения S_n к нагрузке A_3 задней оси:

$$S_{n3} = \left(\frac{29,4}{84,5} \right)^{4,4} = 0,01;$$

- по формуле (А.1) приложения А находим $S_{m, \text{сум}}$:

$$S_{m, \text{сум}} = S_{n\text{п}} + S_{n3} = 0,001 + 0,01 = 0,011$$

Аналогично проводим расчет для всех двухосных транспортных средств (Икарус 260, ГАЗЕЛЬ, ЗИЛ-130, МАЗ 53371). Значения $S_{m, \text{сум}}$ для данных транспортных средств, полученные в результате расчетов, представлены в таблице А.1.

б) Рассчитываем $S_{т,сум}$ для КАМАЗ - 53208 (трехосные транспортные средства):

- по справочникам транспортных средств находим значение нагрузки на покрытие от переднего колеса, которое составляет $P_{П} = 22$ кН, затем по формуле (1.3) приложения 1) определяем динамическую нагрузку от переднего колеса $Q_{днП} = 22 \times 1,3 = 28,6$ кН;

- по справочникам транспортных средств находим значение нагрузки на покрытие от каждого колеса двухосной тележки $P_{Т} = 28,18$ кН;

- рассчитываем коэффициент влияния осей по формуле (А.4) приложения А:

$$K_c = 1,7 - 0,43 \times \sqrt{1,32 - 0,5} = 1,31;$$

- определяем номинальную статическую нагрузку от колеса тележки:

$$Q_{нТ} = 28,18 \times 1,31 = 36,92 \text{ кН}$$

- по формуле (А.3) приложения А определяем динамическую нагрузку от колеса тележки:

$$Q_{днТ} = 36,92 \times 1,3 = 47,99 \text{ кН};$$

- по формуле (А.2) приложения А рассчитываем коэффициент приведения к нагрузке A_2 передней оси $S_{нП}$:

$$S_{нП} = \left(\frac{28,6}{84,5} \right)^{4,4} = 0,01;$$

- по формуле (А.2) приложения А рассчитываем коэффициент приведения S_n к нагрузке A_2 второй и третьей оси:

$$S_{нТ_{2,3}} = \left(\frac{47,99}{84,5} \right)^{4,4} = 0,08;$$

- по формуле (А.1) приложения А находим $S_{т,сум}$:

$$S_{т,сум} = S_{нП} + S_{нТ_2} + S_{нТ_3} = 0,01 + 0,08 + 0,08 = 0,17$$

Аналогично проводим расчет для всех транспортных средств со спаренной тележкой (КрАЗ-257Б1, КрАЗ-65053, МАЗ-7310, п/прицеп LANBERT). Значения $S_{т,сум}$ для данных транспортных средств, полученные в результате расчетов, сведены в таблицу Г.1.

в) Рассчитываем $S_{т,сум}$ для полуприцепа АSKO с трехосной тележкой:

- по справочникам транспортных средств находим значение нагрузки на покрытие от каждого колеса трехосной тележки $P_{Т} = 39,2$ кН;

- рассчитываем коэффициент влияния осей, по формуле (А.4) приложения А:

$$K_c = 2,0 - 0,46 \times \sqrt{1,31 - 1,0} = 1,74;$$

- определяем номинальную статическую нагрузку от колеса тележки:

$$Q_{нТ} = 39,2 \times 1,74 = 68,21 \text{ кН}$$

- по формуле (А.3) приложения А определяем динамическую нагрузку от колеса тележки:

$$Q_{днТ} = 68,21 \times 1,3 = 88,67 \text{ кН};$$

- по формуле (А.2) приложения А рассчитываем коэффициент приведения к нагрузке A_2 каждой оси $S_{нП}$:

$$S_{nП.} = \left(\frac{88,67}{84,5} \right)^{4,4} = 1,236;$$

- по формуле (А.1) приложения А находим $S_{m,сум}$:

$$S_{m,сум} = S_{nT_1} + S_{nT_2} + S_{nT_3} = 1,236 + 1,236 + 1,236 = 3,708$$

Полученные значения $S_{m,сум}$ для полуприцепа АSKO используем для расчета $S_{m,сум}$ седельных тягачей с данным полуприцепом (см. таблицу Г.1).

Интенсивность движения по составу транспортного потока с приведением к расчетной нагрузке группы А₂ представлена в таблице Г.1.

Таблица Г.1 – Расчет приведенной интенсивности движения

Категория транспортных средств	Основные модели транспортных средств	Интенсивность движения, авт/сут	Суммарный коэффициент приведения S_m к расчетной нагрузке A_3	Произведение $N_i \cdot S_i$
1	2	3	4	5
Легковые и микроавтобусы		4360	0	0
Автобусы средней вместимости	ПАЗ-657	40	0,011	0,4
Автобусы большой вместимости	Икарус 260	36	0,23	8,28
Малые грузовики грузоподъемностью до 2 т	ГАЗЕЛЬ	196	0,00	0
Двухосные грузовики грузоподъемностью до 5т	ЗИЛ-130	108	0,06	6,48
Двухосные грузовики грузоподъемностью до 10т.	МАЗ 53371	54	0,32	17,28
Трехосные грузовики грузоподъемностью до 10т.	КАМАЗ-53208	136	0,17	23,12
Трехосные грузовики грузоподъемностью 10 - 12 т.	КрАЗ- 257Б1	27	0,37	9,99
Трехосные грузовики грузоподъемностью более 12 т.	КрАЗ- 65053	22	2,72	59,84
Четырехосные грузовики грузоподъемностью более 12 т.	МАЗ-7310	5	2,67	13,35
Двухосные грузовики с прицепом (11 - 11)	МАЗ-500 с прицепом МАЗ 83781	27	0,89	24,03
Трехосные грузовики с прицепом (12 - 11)	Краз 65053 с прицепом МАЗ 83781	166	3,30	547,8
Двухосные седельные тягачи с полуприцепами (111)	МАЗ 54326 с п/прицепом МАЗ 93801	165	0,61	100,65

Таблица Г.1 – Расчет приведенной интенсивности движения
(продолжение)

Двухосные седельные тягачи с полуприцепами (112)	Volvo F-16 с п/прицепом LANBERT	108	2,55	275,4
Итого:		5450		1086,62

2. Вычисляем интенсивность движения в первый год службы, приведенную к расчетной нагрузке группы А₂ с учетом четырех полос движения по формуле (5):

$$N_p = 1086,62 \times 0,35 = 381 \text{ ед/сут}$$

Расчетное суммарное количество приложений расчетной нагрузки группы А₂ определяется по формуле (6):

$$\sum N_p = 365 \times 381 \times \frac{1,04^{20} - 1}{1,04 - 1} = 4141088 \text{ ед.}$$

Требуемый модуль упругости определяется в зависимости от расчетного суммарного количества приложений расчетной нагрузки по формуле (8) за срок службы конструкции дорожной одежды с параметром С = 4,0:

$$E_{mp} = 120 + 74(\lg \sum N_p - 4,0)$$

Подставляя значения $\sum N_p$, получим $E_{mp} = 314 \text{ МПа}$.

Требуемый уровень надежности для I категории дороги с капитальным типом покрытия (согласно пункта 5.1.7) $K_n = 0,95$; коэффициент прочности $K_{np} = 1,00$. С учетом этого:

$$E_{общ} = E_p = E_{mp} \cdot K_{np} = 314 \times 1,00 = 314 \text{ МПа}$$

Полученный общий модуль упругости превышает минимальный согласно требованиям п. 5.1.7.

Определяем расчетную влажность грунта рабочего слоя (по формуле В.1, приложения В):

$$W_p = \bar{W} \times (1 + 0,1 \times t),$$

где $\bar{W} = 0,57$ (таблица В.1, приложения В), согласно таблицы В.4 приложения В. Дополнений и изменений значение снизится на 0,03 (для обочин, укрепленных асфальтобетоном в IV ДКЗ), т.е. принимаем $\bar{W} = 0,54$;

При заданном уровне надежности $K_n = 0,90$, коэффициент нормированного отклонения будет равен $t = 1,71$ (таблица В.2, приложение В), тогда:

$$W_p = 0,54 \times (1 + 0,1 \times 1,71) = 0,63W$$

3. Предварительно назначаем конструкцию дорожной одежды и значения расчетных параметров:

- для расчета по допускаемому упругому прогибу и сдвигоустойчивости (таблицы Б.1, Б.9, приложения Б);

- для расчета на изгиб (таблица Б.2, приложения Б);

- для расчета на сдвиг в грунте (приложение В).

Исходные данные представлены в таблице Г.2.

Таблица Г.2 – Исходные данные для расчета

Материал	h слоя, см	Е, МПа, при расчете		Расчет на растяжение при изгибе и сдвиге			
		по допустимому упругому прогибу	по сдвигоустойчивости	$E, \text{МПа}$	$R_y, \text{МПа}$	φ°	$C, \text{МПа}$
Асфальтобетон плотный на битуме марки Б БНД 70/100	6	3200	550	4500	2,8	-	-
То же, пористый	9	2000	460	2800	1,6	-	-
Асфальтобетон пористый на битуме марки Б БНД 100/130	12	1400	380	2200	1,4	-	-
Щебеночная подобранная смесь	24	275	275	275	-		
Песок средней крупности	25	120	120	120	-	40	0,006
Супесь песчанистая	-	57	-	-	-	36	0,014

Примечание - Расчетные значения характеристик грунта принимаются по интерполяции

4. Расчет по допускаемому упругому прогибу ведем послойно снизу вверх, начиная с подстилающего грунта, с использованием номограммы на рисунке 1. Этапы расчета сведены в таблицу Г.3.

Таблица Г.3 – Расчет дорожной одежды по упругому прогибу

Модуль упругости слоя (E_c), МПа	Толщина слоя (h), см	Отношение			Общий модуль упругости ($E_{общ.}$), МПа	Материал слоя
		h/D	E_n/E_c	$E_{общ.}/E_c$		
3200	6	0,143	0,093	0,119	381	Плотный асфальтобетон
2000	9	0,214	0,105	0,148	296	Пористый асфальтобетон
1400	12	0,286	0,096	0,150	210	Асфальтобетон пористый на битуме марки Б БНД 100/130
275	24	0,571	0,295	0,489	134	Щебеночная смесь
120	25	0,595	0,475	0,674	81	Песок средней крупности
57	-					Супесь песчанистая

Проверяем выполнение условия прочности по формуле (1):

$$E_p/E_{mp} = 381/314 = 1,21$$

Следовательно, выбранная конструкция удовлетворяет условию прочности по допускаемому упругому прогибу.

5. Рассчитываем конструкцию по сопротивлению сдвигу в грунте.

Действующие в грунте активные напряжения сдвига вычисляем по формуле (10).

Для определения $\bar{\tau}_H$ предварительно назначенную дорожную конструкцию приводим к двухслойной расчетной модели.

Нижний слой – грунт земляного полотна (суглинок тяжелый пылеватый) со следующими характеристиками $E_H=57$ МПа; $\varphi_{гр} = 36^\circ$ и $C_{гр} = 0,014$ МПа (таблица В.3, приложения В).

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляем по формуле (13), где значения модулей упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, назначаем (по таблице Б.1, приложения Б) при расчетной температуре $+40^\circ\text{C}$ (для IV ДКЗ).

$$E_B = \frac{550 \cdot 6 + 460 \cdot 9 + 380 \cdot 12 + 275 \cdot 24 + 120 \cdot 25}{76} = 284,21 \text{ МПа}$$

По отношениям $\frac{E_B}{E_H} = 284,21/57 = 4,986$ и $\frac{h_B}{D} = \frac{76}{42} = 1,81$ при $\varphi_{гр} = 36^\circ$ с помощью номограммы (см. рисунок 2) находим активное удельное напряжение сдвига: $\bar{\tau}_H = -0,0037$ МПа.

Активное напряжение сдвига в грунте рассчитывается по формуле (10) с учетом рисунка 3 и рисунка 4:

$$T = 0,0155 \times 0,6 - 0,0037 = 0,0056 \text{ МПа}$$

Допускаемое напряжение сдвига в грунте рабочего слоя $T_{дон}$ определяем по формуле (11), где $C_{гр}=0,014$ МПа; $k_1=0,6$; $k_3=1,5$; k_2 определяется по рисунку 5 в зависимости от расчетной приведенной интенсивности N_t , вычисляемой по формуле (12):

$$N_t = 381 \times 1,04^{20-1} = 803 \text{ ед/сут}; k_2 = 0,81$$

$$T_{дон} = 0,014 \times 0,6 \times 0,81 \times 1,5 = 0,0102 \text{ МПа}$$

Проверяем выполнение условия по критерию сдвига формулы (2):

$$T_{дон}/T_p = 0,0102/0,0056 = 1,82$$

Следовательно, конструкция удовлетворяет условию прочности по сдвигу в грунте земляного полотна.

6. Рассчитываем конструкцию по условию сдвигоустойчивости в песчаном слое основания.

Действующее в песчаном слое основания активное напряжение сдвига вычисляем по формуле (10).

Для определения $\bar{\tau}_H$ предварительно назначенную дорожную конструкцию приводим к двухслойной расчетной модели.

Нижнему слою модели присваиваем следующие характеристики: $E_{общ}^{нес} = 81$ МПа, $\varphi_{нес} = 40^\circ$ и $C_{нес} = 0,006$ МПа (см. таблицу Б.9, приложение Б).

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляем по формуле (13) значения модуля упругости материалов, содержащих органическое вяжущее, назначаем при расчетной температуре $+40^\circ\text{C}$ (см. таблицу Б.1, приложения Б).

$$E_B = \frac{550 \cdot 6 + 460 \cdot 9 + 380 \cdot 12 + 275 \cdot 24}{51} = 364,71 \text{ МПа}$$

По отношениям $\frac{E_B}{E_H} = 3,04$ МПа и $\frac{h_B}{D} = \frac{51}{42} = 1,21$ при $\varphi_{нес} = 40^\circ$ с помощью номограммы (см. рисунок 4) находим удельное активное напряжение сдвига:

$$\bar{\tau}_H = 0,02 \text{ МПа.}$$

Активное напряжение сдвига в грунте рассчитывается по формуле (10):

$$T = 0,02 \times 0,6 = 0,012 \text{ МПа}$$

Допускаемое напряжение сдвига в грунте рабочего слоя $T_{доп}$ определяем по формуле (11), где $C_{нес} = 0,006$ МПа, $k_1 = 0,6$; $k_3 = 6,0$ (для песка средней крупности); k_2 определяется по рисунку 5 в зависимости от расчетной приведенной интенсивности N_t , (формула (12):

$$N_t = 803 \text{ авт/сут; } k_2 = 0,81$$

$$T_{доп} = 0,006 \times 0,6 \times 0,81 \times 6,0 = 0,0175 \text{ МПа}$$

Проверяем выполнение условия по критерию сдвига формулы (2):

$$T_{доп}/T_p = 0,0175/0,012 = 1,46$$

Следовательно, конструкция удовлетворяет условию прочности по сдвигу в песчаном слое основания.

7. Рассчитываем конструкцию на сопротивление асфальтобетонных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

Расчет выполняем в следующем порядке:

Приводим конструкцию к двухслойной модели, где нижний слой - часть конструкции, расположенная ниже асфальтобетонных слоев, т.е. щебеночный укрепленный битумом, и песчаный слой основания и грунт рабочего слоя земляного полотна. Модуль упругости нижнего слоя модели определяем по номограмме рисунок 1, как общий модуль для двухслойной системы:

$$E_H = E_{общ}^{щеб} = 180 \text{ МПа.}$$

К верхнему слою относим все асфальтобетонные слои.

Модуль упругости верхнего слоя модели вычисляем по формуле (13):

$$E_B = \frac{4500 \cdot 6 + 2800 \cdot 9}{15} = 3480 \text{ МПа}$$

По отношениям $\frac{E_B}{E_H} = \frac{3480}{210} = 16,57$ и $\frac{h_B}{D} = \frac{15}{42} = 0,36$ по номограмме рисунок 6 определяем $\bar{\sigma}_r = 2,10$ МПа.

Расчетное растягивающее напряжение вычисляем по формуле (14):

$$\sigma_r = 2,10 \cdot 0,6 \cdot 0,85 = 1,071 \text{ МПа.}$$

Находим предельное растягивающее напряжение по формуле (15): при $\bar{R}_y = 1,6$ МПа для нижнего слоя асфальтобетонного пакета (таблица Б.2, приложения Б); $\nu_R = 0,10$; $t = 1,71$ (таблица В.2, приложения В).

Коэффициент усталости K_y рассчитывается по формуле (16) при значении приведенная интенсивность движения на последний год службы $N_t = 803$ ед/сут (см. расчет на сдвиг); ϕ - параметр уравнения, равный для плотных и пористых асфальтобетонов $\phi = 0,16$ (согласно п. 5.3.4).

$$K_y = \left(\frac{803}{1000} \right)^{-0,16} = 1,036$$

$$K_m = 0,8 \text{ (см. таблица 5)}$$

$$R_N = 1,6 \times (1 - 0,1 \times 1,71) \times 1,036 \times 0,80 = 1,099 \text{ МПа}$$

$$K_{np} = \frac{R_N}{\sigma_r} = \frac{1,099}{1,071} = 1,03.$$

Следовательно, выбранная конструкция удовлетворяет критерию прочности по сопротивлению асфальтобетонных слоев усталостному разрушению от растяжения при изгибе.

Проверка конструкции на морозоустойчивость

Дополнительные условия:

Расчет выполняют для насыпи высотой 100 см при глубине залегания грунтовых вод 250 см от дневной поверхности (соответственно на глубине 275 см от низа дорожной одежды).

1. Находим по данным гидрометеослужбы среднюю глубину промерзания $Z = 195$ см для условий г. Астана и определяем глубину промерзания дорожной конструкции:

$$Z = 195 + 71 = 266 \text{ см,}$$

где 71 см - поправка определения глубины промерзания дороги.

2. Для глубины промерзания 266 см по номограмме (рисунок 8) для пучинистых грунтов (суглинок тяжелый) определяем величину морозного пучения для осредненных условий при толщине дорожной одежды 77 см: $Z_1/Z = 77/266 = 0,29$; $Z/H = 266/350 = 0,76$; $l_{пуч} \times \alpha_0 / B \times Z = 0,48$; α_0 определяем по карте (рисунок 10) - 190 см; $B = 4,0$ (по таблице 8) - для суглинка тяжелого пылеватого; $l_{пуч(ср)} = 2,69$ см, что меньше допустимого, равного 4 см (согласно таблицы 6).

Условие на морозоустойчивость выполняется.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

УДК 625.75.752

МКС 93.080.01, 93.080.10, 93.080.20

Ключевые слова: автомобильные дороги, дорожно-строительные материалы, дорожная одежда нежесткого типа, нагрузки расчетного автомобиля

Ресми басылым

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ӨНЕРКӘСІП ЖӘНЕ ҚҰРЫЛЫС МИНИСТРЛІГІ
ҚҰРЫЛЫС ЖӘНЕ ТҰРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ ШАРУАШЫЛЫҚ
ІСТЕРІ КОМИТЕТІ**

**Қазақстан Республикасының
ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ**

ҚР КН 3.03-104-2014*

ҚАТТЫ ЕМЕС ТИПТЕГІ ЖОЛ ТӨСЕМЕЛЕРІН ЖОБАЛАУ

Басылымға жауаптылар: «ҚазҚСҒЗИ» АҚ

050046, Алматы қаласы, Солодовников көшесі, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – қабылдау бөлмесі

Издание официальное

**КОМИТЕТА ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА МИНИСТЕРСТВА ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**СВОД ПРАВИЛ
Республики Казахстан**

СН РК 3.03-104-2014*

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД
НЕЖЕСТКОГО ТИПА**

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – приемная