

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 ЖОЛ ТӨСЕМЕЛЕРІН ЖОБАЛАУ

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ
ОДЕЖД**

ҚР ЕЖ 3.03-103-2014*
СП РК 3.03-103-2014*

Ресми басылым
Издание официальное

Қазақстан Республикасы Ұлттық экономика министрлігінің
Құрылыс, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері және жер
ресурстарын басқару комитеті

Комитет по делам строительства, жилищно–коммунального
хозяйства и управления земельными ресурсами Министерства
национальной экономики Республики Казахстан

Астана 2019

АЛҒЫ СӨЗ

- 1 **ӘЗІРЛЕГЕН:** «ҚазҚСҒЗИ» АҚ, «ЗЦ АТСЭ» 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 бұйрығына сәйкес өзгертулер мен толықтырулар енгізілді.

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 **РАЗРАБОТАН:** АО «КазНИИСА», ТОО «ЗЦ АТСЭ»
- 2 **ПРЕДСТАВЛЕН:** Управлением технического регулирования и нормирования Комитета по делам строительства, жилищно-коммунального хозяйства и управления земельными ресурсам 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.

МАЗМҰНЫ

КІРІСПЕ	IV
1 ҚОЛДАНУ САЛАСЫ.....	5
2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР	5
3 ТЕРМИНДЕР МЕН АНЫҚТАМАЛАР.....	6
4 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР	6
5 ҚАТТЫ ЖОЛ ТӨСЕМДЕРІН КОНСТРУКЦИЯЛАУ	7
5.1 Конструкциялаудың негізгі қағидалары.....	7
5.2 Монолитті цемент-бетон төсемдерінің конструкциялары.....	8
5.3 Цемент-бетон негізі бар асфальт-бетон төсемдерін конструкциялау.....	12
5.4 Табанды төсем конструкциясы.....	13
5.5 Құрама төсемді жол төсемдерін конструкциялау.....	14
6. ЖОҒАРЫ ӨНІМДІ ЖОЛ КӨЛІКТЕРІНІҢ ЖИЫНТЫҒЫН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ЖОЛ ТӨСЕМДЕРІН ҚҰРУ	14
6.1 Бетонға қойылатын талаптар	14
6.2 Қорама қалыпсыз технология бойынша қаланған бетоннан жасалған жол төсемдерінің конструктивті және технологиялық құрылғы ерекшеліктері.	17
6.3 Жік құрылысы	18
6.4 Бетонды қабылдау.....	20
7 ҚАТТЫ ЖОЛ ТӨСЕМДЕРІН ЕСЕПТЕУ НОРМАЛАРЫ	22
Жүру жук-салмағының есептік параметрлері.....	23
Монолитті цемент-бетон төсемдерін есептеу.	25
Конструкция параметрлерінің есебі мен деформациялық тігістердің элементтері	27
Бетон төсемдеріндегі тігістерді герметикалық қамтамасыз ету	29
Цемент-бетон негізі бар асфальт-бетон төсемдерін есептеу	30
Асфальт-бетон төсемдеріндегі жарықтың дамуын тежеу іс-шаралары.	33
Төселетін топырақтың қозғалғыштық және аз-байланысқан конструктивті қабаттар шарттары бойынша негіздің есебі.....	33
Жол конструкциясының суыққа төзімділігі мен дренаждық қабілеттілігін тексеру..	34
А ҚОСЫМШАСЫ (<i>міндетті</i>) Цемент-бетонның нормативтік және есептік ерекшеліктері.....	36
Б ҚОСЫМШАСЫ (<i>ақпараттық</i>)	39

КІРІСПЕ

Осы ережелер жинағы «Қатты жол төсемдерін жобалау» құрылыс нормасының негізі болып табылатын міндетті талаптарды дамыту мен қамтамасыз ету мақсатында жасалды және қатты жол төсемдерін жобалаудың жарамды шешімдерін сипаттайды.

Ереже «Қатты жол төсемдерін жобалау» деп аталатын құрылыс нормаларының міндетті талаптарын қамтамасыз ету мен дамуына өзін-өзі ақтаған және тәжірибе жүзінде сынақтан өткен ережелерді белгілейді.

«Нормативтік сілтемелер» бөлімінде келтірілген техникалық құжаттар мен басқа да нормативті актілермен бірлесе қолдалынатын осы Ережелер жобаланатын қатты жол төсемдерінің конструкцияларын есептеу барысында қолданылатын 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 ЖОЛ ТӨСЕМЕЛЕРІН ЖОБАЛАУ
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Енгізілген күні - 2015–07-01

1 ҚОЛДАНЫС САЛАСЫ

1.1 Осы Ережелер жинағы ҚР ҚН 3.03-03 құрылыс нормаларында көрсетілген талаптарды дамыту үшін жасалған.

1.2 Ережелер жинағын дайындаудың басты мақсаты, қатты жол төсемдерін жобалауға керекті жарамды жоба шешімдерін анықтау болып табылады.

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

1.3 Осы ережелер жинағы ортақ пайдаланылатын автомобиль жолдарының және өнеркәсіптік кәсіпорындарға келетін жолдардың, сондай-ақ шаруашылық ұйымдардың ауыл шаруашылық елді мекендердің ішкі және әр түрлі санатты автомобиль жолдарының қатты жол төсемдерін жобалауға тарайды.

2 НОРМАТИВТІК СІЛТЕМЕЛЕР

Осы ережелер жинағын пайдалану үшін келесі нормативтік құжаттар қолданылады:
ҚР ҚН 2.04-21-2004 Азаматтық ғимараттардың энергия көздерін пайдалануы мен жылу қорғанысы.

ҚР ҚН 3.03-03-2014 Қатты жол төсемелерін жобалау.

ҚР ҚН 3.03-04-2014 Қатты емес типтегі жол төсемелерін жобалау.

ҚР ЕЖ 3.03-101-2013 Автомобиль жолдары.

ҚР ЕЖ 3.03-104-2014 Қатты емес типтегі жол төсемелерін жобалау.

ҚР ҚНЖЕ 2.04-01-2010* Құрылыс климатологиясы

ҚР ҚНЖЕ 5.03-34-2005 Бетон жәнәтемірбетон конструкциялары. Негізгі ережелер.

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

ҚР СТ 1053-2002 Автомобиль жолдары. Терминдер мен анықтамалар.

МЕМСТ 25192-82* Бетондар. Жалпы техникалық талаптар мен жіктеме.

МЕМСТ 26633-91* Ұсақ түйірлі және қатты бетондар. Техникалық талаптар.

МЕМСТ 10180-90 Бетондар. Бақыланатын үлгілер бойынша беріктікті анықтау әдістері.

МЕМСТ 10180-2012 Бетондар. Бақыланатын үлгілер бойынша беріктікті анықтау әдістері.

Ресми басылым

МЕМСТ 18105-86* Бетондар. Тығыздықты анықтау ережелері.

МЕМСТ 27006-86 Бетондар. Құрамын іріктеу ережесі.

МЕМСТ 10060.0-95 Бетондар. Суыққа төзімділікті анықтау әдістері. Жалпы талаптар.

МЕМСТ 10181-2000 Бетон қоспалары. Сынақ әдістері

МЕМСТ 7473-2010 Бетон қоспалары. Техникалық талаптар;

МЕМСТ 13015.1-81 Құрама темір-бетон және бетон бұйымдары мен конструкциялары;

ҚР ЕЖ 218-35-04 «Автомобиль жолдарын жөндеу мен құрылысы жұмыстарын қабылдау мен сапасын бақылау жөніндегі нұсқау»;

ҚР Р 218-61-2007 «Қорама қалыпсыз технология бойынша төселетін жол бетонының қоспасының құрамын іріктеу жөніндегі нұсқаулар».

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 3.03-03 құрылыс нормаларында көрсетілген терминдер қолданылады.

4 ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

4.1 Нұсқалы жобалауда келтірілген бағаны анықтау барысында жабудың жоғарғы қабатының материалының төзімділігін, қызмет көрсету мерзімін басшылыққа алады, цемент-бетон төсеуі бар күрделі типті жол төсемінің пайдалану уақыты 25 жыл, ал табаны бетон асфальт-бетон төсемі бар жол төсемінің пайдалану уақыты 20 жыл.

4.2 Жол төсемінің конструкциясын анықтау барысында есептік қызмет мерзімі мен конструктивтік қабаттың есептік параметрлері ерте кезеңдегі (құрылыс уақытындағы) құрылыстық транспорттың жұмысының әсеріне қарай, 25 жылдан жоғары, немесе 25 жылдан төмен болып орнатылады.

Техникалық-экономикалық түсінік бойынша келешекте конструкцияларды жобалау 35-50 жылдық қызмет мерзімімен ұсынылады.

Төзімділікті арттыру үшін беріктігі Btb 5,2-6,4 санатынан жоғары бетон қолдану арқылы, конструкцияның қолданыстағы қалыңдығын 28-30 см ге дейін ұлғайту арқылы жүзеге асыруға болады. Сонымен бірге негізгі параметрлердің артуы жол төсемінің қызмет мерзімінің ұлғаюына бағытталуы тиіс.

4.3 Автомобиль жолдарының санаттары бойынша жол төсемін жіктеу 1 кестеде келтірілген.

1-кесте – Жол төсемінің жіктемесі

Жол төсемдерінің түрлері	Төсемдердің басты түрлері	Жол категориясы
күрделі	Цемент-бетонды монолитті, соның ішіндеарматураланған	I-IV
	Темір-бетондынемесеарматураланған құрамабетоналдын ала қыздырылған темір-бетон, темір-бетон, арматураланған бетон	I-IV

5 ҚАТТЫ ЖОЛ ТӨСЕМДЕРІН КОНСТРУКЦИЯЛАУ

5.1 Конструкциялаудың негізгі қағидалары

5.1.1 Жол төсемдерін конструкциялауда техникалық артықшылықтарын есепке ала отырып, құрамында тұтқыр материалдары бар, өндірістік қалдықтар мен техногенды өнім негізінде жасалған бетон қоспасы мен бетонды пайдалануға тырысу қажет.

5.1.2 Егер негіздің кедір-бұдыр жерлері 1 см аспаса, тегістегіш қабатты төсеуге болады, ал негіз бен тақтааралығындағы тіркесуін бөлу мен бетонның ерте бастан кебуін болдырмау үшін және шөгу жарықтарын болдырмайтын оқшаулағыш қызметін атқаратын қабат пайдалануға жол беріледі.

Сондай ақ тегістегіш қабатты тұтқырлармен күшейтілген құмнан жасауға болады. Егер де бұл қабат бетон қоспасының суын бойына сіңіретін болса, төсемді бетон қоспасымен жабар алдында ылғалдандырады, немесе оқшаулағыш қабатпен жабады.

Бір мезгілде суықтан қорғайтын қабат пен дренаж ролын атқаратын құмды жерге, сәйкестендірілген техникалық-экономикалық негіздемесі бар және автомобиль қозғалысының жүру қарқыны төмен болған жағдайда, төсем құрылысын бұйырлі және орталықтандырылған жүктемелі жеңіл бетон төсегіш көліктерімен жүргізуге жол беріледі.

5.1.3 Қозғалыстың қарқыны кішігірім болған жағдайда, негіздің қосымша қабаты бір мезгілде тегістегіш қабат пен негізгі қабаттың қызметін атқара алады.

Құмды негізде, өзі аударғыш-автокөліктерінің салдарынан сорапты болдырмау үшін, бетон қоспасын тасушы өзі аударғыш автокөліктер өтетін жолдың негізінің қалыңдығын 10-12 см болатын қиыршық тас, шлак пен ірі құммен күшейту қажет.

Төзімділігі төмен бетон негізінің ең төменгі қалыңдығы 14 см; органикалық емес тұтқырлармен күшейтілген кенсіз материалдардың қалыңдығы – 16 см; қиыршық тас, шлак пен ірі құм – 18 см болады.

Ерте кезеңнен шынжыр табанды тракторлар үстінен қозғалған тұтқырлармен күшейтілген негіздің қалыңдығы 18 см кем болмауы тиіс.

Сырғымалы түрдегі шынжыр табанды бетон төсегіш көліктерімен төсемді бетондау барысында, күшейтілген негіз ені, төсем енінің әр жағынан 1 м жалпақ болу керек. Бетон

коспасын жеткізуге арналған күшейтілген технологиялық қабат ені 3 тен 3,5 м дейін болу керек.

Төсем тігісіне қарай, 1 м ден кем емес ығыстырылған, негіздің төменгі жағына қарай ағаш бөренелерді қалау арқылы, тұтқырлармен күшейтілген негіз қабатына көлденең тігістер жасау ұсынылады.

5.1.4. Төсем тігісіне қарай, тұтқырлармен нығайтылған негіз қабатына көлденең тігістерді жасауды, әрбір 20-30 м сайын ұсынылады, ал 1 м ден кем емес ығыстырылған, негіздің төменгі жағына, биіктігі 4-7 см ағаш қиындыларын қалау керек.

5.1.5 Суықтан қорғаушы міндетін орындайтын қосымша қабатты, гидрофобизациялаушы материалмен өңделген топырақпен алмастырылуға болады. Қозғалыстың қарқыны кішігірім болған жағдайда ол негіз ретінде жұмыс атқара алады.

5.1.6 Шеткі нығайтылған жолақтарды цементтен, бетон негізінде асфальт-бетоннан, әдетте, негізгі жол төсемінің типіне қарай тігіссіз орналастырады. Төменгі категориялы жолдардың (V-III-с) шеткі жолақтарын қиыршық тастан жасауға жол беріледі..

5.1.7 I-III категориялы жолдардың шеткі жолақтарының ені 75 см кем емес, одан төмен категорияларға – 50 см ден кем емес болуы тиіс. Шеткі жолақ қалыңдығы төсем қалыңдығына тең болу керек.

5.1.8 Бүйір шегінде тығыны бар бетон төсемдерін орналастыру кезінде және бетон төсемінің тігісінде қадалық істік болмаған жағдайда, қадалық істіктің түріне қарай, тігіс ығысуы мен кеңейтілген төсемнің шеткі жолақтарына, ұзындығы 50 см және диаметрі 18 см болатын 1-2 қадалық істік орналастырады (кеңейтілген тігістерінде қалпақшамен және майланған). Шеткі жолақтардың енін 3 м жоғары кеңейту кезінде, соңғысы бетон төсемінен, тігіс қысымының типіне қарай ойықтармен ерекшеленеді.

5.2 Монолитті цемент-бетон төсемдерінің конструкциялары

5.2.1 Ережеге сай, бетон төсемнің қалыңдығы, жүретін жолдың барлық енінде бірдей болуы тиіс. Ауыр жүк көлігінің қозғалысын қамтамасыз ету үшін, алты жолақты төсем шеттерінің сыртқы жолақтарының қалыңдығын 2 см-ге жоғарылатуға жол беріледі.

Бір мезгілде, жоғарғы және төменгі қабатты нығыздап тұтастыру тәсілімен орындалған бетон төсемдері бір қабатты, немесе сәйкестендірілген технологиялық құралдар болған жағдайда, екі қабатты бола алады, жоғарғы қабат қалыңдығы 6 см кем болмауы тиіс.

5.2.2 Бетон төсемінің қалыңдығын h есептеп анықтайды. Төсемге беріктік класс бойынша, міндетті А қосымшасында көрсетілген бетонды пайдаланған жағдайда, доңғалақтың 50 кН нормативті салмағы үшін, төсемнің төменгі қалыңдығын 2 кестеге сай қабылдайды.

5.2.3 Бекітілген негізде және орнықты жер төсемінде тақта ұзындығын $L_{кыс}$ (қысу мен көлденең тігіс ара-қашықтығы) есеп бойынша ,болжамды қалыпты емес жауын-шашынды жер төсемінде $25h$ артық емес, (үш метрден жоғары үймелерді қоса) – $22h$, ал ойық жерден биік үймелерге ауысу орындарында, жасанды құрылыстармен жанасу орындарында және төсем ені алты метр және одан үлкен болғанда – $20h$ кем емес қабылдайды

5.2.4 Төсем ені $23h$ ден жоғары болғанда, бойлық тігіс қамтылады.

5.2.5 Конструкциясы бойынша қысу тігістерімен ұқсас, ерте бастан темрепатуралы-кему жік ұстамдылықты қамтамасыз етіп отыратын, бақылау тігістерін екі немесе үш тақта сайын орналастырып отырады.

2-кесте – Дөңгелекке 50 кН салмақ келтірілген қозғалыс қарқыны кезіндегі, төсемнің төменгі қалыңдығы

Негіз	Дөңгелекке 50 кН салмақ келтірілген қозғалыс қарқыны кезіндегі төсемнің төменгі қалыңдығы, төсемге бір/күн				
	2000 нан көбірек	1000-2000	500-1000	100-500	100** кем
бетон (ұсақ-түйірлі бетон, шлакты бетон)	22	20	18 (16)	18* (16)	15*
органикалық емес тұтқырлармен күшейтілген материалдар,	22	20	18 (16)	18* (16)	15*
қиыршық тас, ірі құм, құмнан	-	22	20 (18)	18* (16)	15*
жасалған шлак, қиыршықты-құмды қоспалар	-	-	20 (18)	18* (16)	15*
<p>*Негіз қалыңдығы 5.1.3 тар.. көрсетілгеннен 2 см кем болуы мүмкін.</p> <p>**Сәйкестендірілген техникалық-экономикалық негіздеме болған жағдайда салынады.</p> <p>Ескертпелер</p> <p>1. Жақшада қозғалыс талаптарының жеңілдетілген жағдайындағы төсем қалыңдығы келтірілген.</p> <p>2. Егер де көлденең тігісте қадалық істік пайдаланылмаса төсем қалыңдығын 2 см арттырады.</p>					

5.2.6 Төсемдерді цементті-топырақты негізде орналастыру кезінде, қалыңдығы 18 см кем қылмай, сырғымалы үлгідегі бетон төсегіштер қолданса және жобалау мекемесінің жорамалы бойынша, тақта арасында көлденең тігісте биіктігі 3 мм дейінгі (негіз есебін қараңыз) ойықтар болса, көлденең тігістерде қадалық істікті қолданбауға жол беріледі. Бұл жағдайда жабу қалыңдығын 2 см. ұлғайтады, ал бетондау кезінде температура 10 °С жоғары болғанда, кеңейту тігістерін жасамауға рұқсат беріледі.

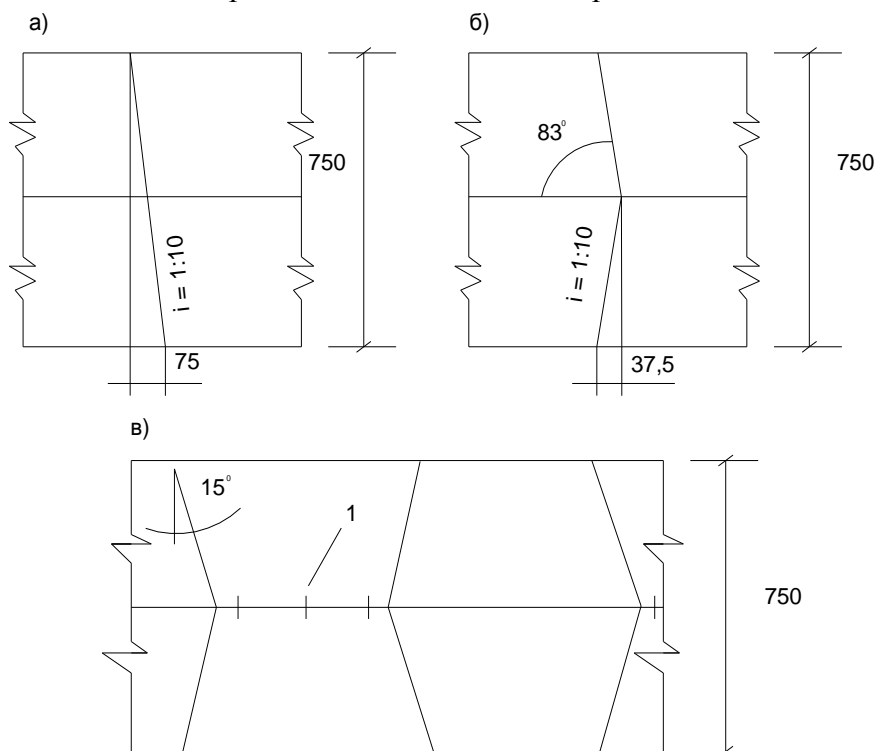
5.2.7 Бетондап болғаннан кейін шешілетін кеңейту тігіс тақтасының жоғарғы бөлігінің ара қашықтығы мен жабу құрылысының беткі жағының арасы 10 мм ден кем болмауы тиіс.

Көпір және жол өтпесі алдында, қадалық істіксіз және аралықсыз үш тігістен кем етпей, әр қайсысының енін 6 см, ара қашықтығын бір-бірінен 15-30 м. дейін орналастырады. Тігістерді қатты сығылғыш материалдармен, мысалы, битуммен өңделген құммен толтырады; тігіс үстін дайын қуысты резина немесе биіктігі 6 см. болатын ұсақ тесікті төсеумен жабады.

5.2.8 Кеңейту тігісін орналастыру кезінде, 3 кестеде көрсетілген мағлұматтарды басшылыққа алады. Кеңейту тігісінің енін 3 см тең етіп қабылдайды (төсем қалыңдығын).

5.2.9 Бойлық тұрақтылықты арттыру, тақталардың біріккен жұмысын жақсарту, негіздің динамикалық тұрақтылығы мен транспорттық пайдалану сапасын арттыру үшін, көлденең тігістерді, жобада, еңкіш және түрін «шырша» пішінді, тік сызыққа қиғаш етіп а

1:10 бейім етуге ұсыныс беріледі (1 сурет). Бойлық тігістегі қадалық істіктер саны, бойлық тігісінде қадалық істігі жоқ көршілес тақта массасына қарай есептеледі.



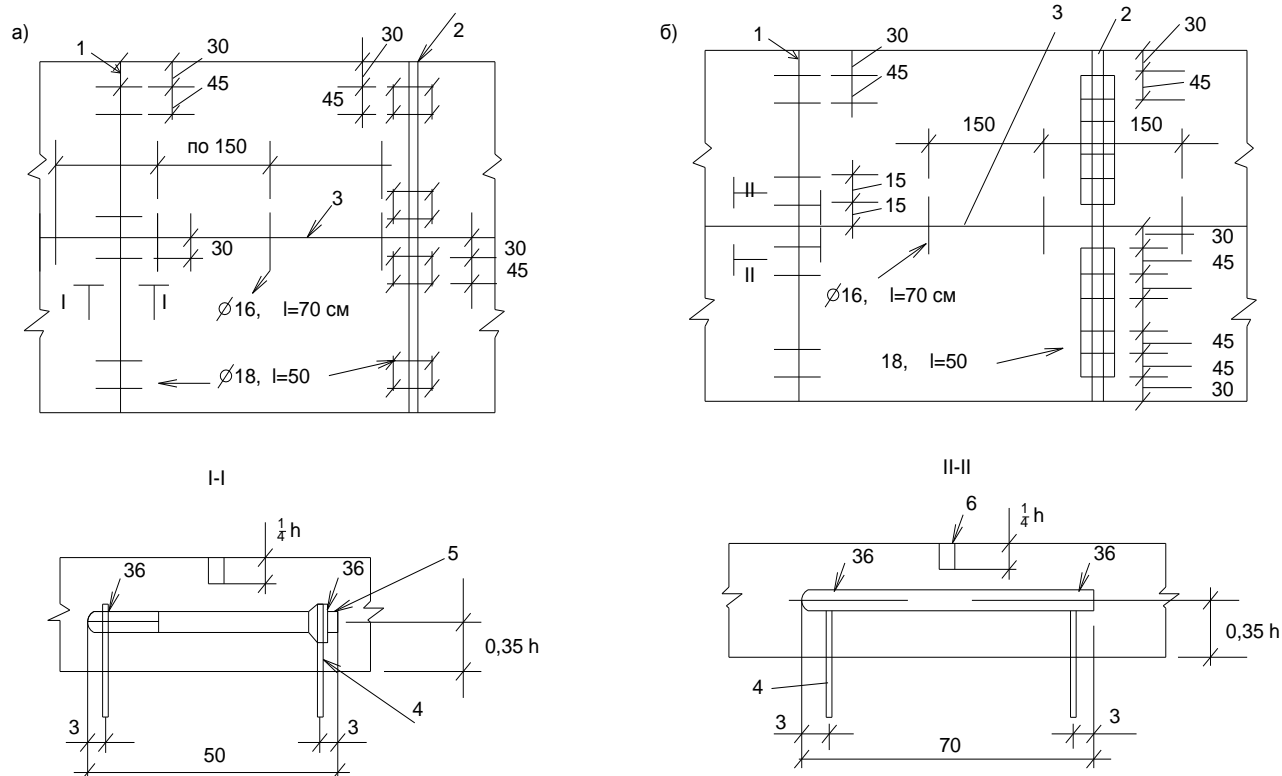
1-сурет–Қозғалыстың жайлылығын арттыру жобасы бойынша, жылдың ыстық мезгіліндегі төсемнің түзулігі (б және в), тақта арасындағы ойықты азайту (а, б және в) үшін сығылған тігістерді орналастыру нұсқалары.

5.2.10 Бойлық және көлденең тігістерде қадалық істіктерді 2 суретке сай орналастырады. Кеңейту мен сығу тігістерінің конструкцияларын 2 және 3 суреттеріне сай қабылдайды.

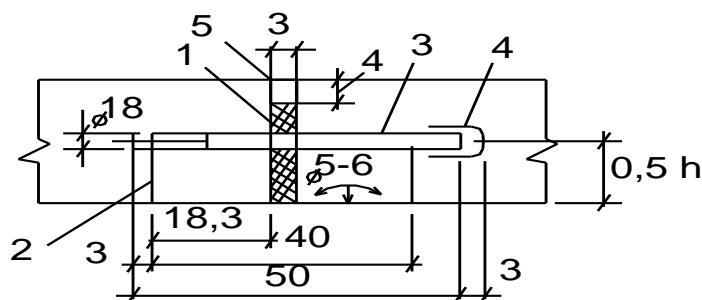
3-кесте– Кеңейтілген тігістерді орналастыру кезіндегі техникалық талаптар

Төсемнің, осы ауданының жазғы уақытында болжанатын қызу температурасы, °C	Жабу қалыңдығы, см	Кеңейту тігістерінің арасындағы ара қашықтық, тақта саны, бетондау кезіндегі ауа температурасы, °C				
		5 кем	5-10	10-15	15-20	20 аса
40 кем	20 ж/е аса	10	10	—*	—	—
	20 кем	10	10	10	—*	—
40 аса	20 ж/е аса	10	10	10	—*	—
	20 кем	10	10	10	10	—

*Қараңыз. б. 5.12
Ескертпелер
1 Бақылау тігістерін екі кеңейту тақта сайын орналастырғанда 10 тақтадан кейін орнатады.



2-сурет–Қадалық істіктерді цемент-бетон және цемент-топырақ төсем тігісінде (а) орналастыру, қиыршық тас пен құм негізінде (б): 1- сығу тігісі; 2-кеңейту тігісі; 3- көлденең тігіс; 4-бекітіп тұратын тіреуіш ($\varnothing 5$, l -13...16 см) қадалық істіктерге балқытып біріктірілген; 5-балқытып біріктірілген жерді арнайы қалпақшалар немесе полиэтилен пакет көмегімен оқшаулау; 6-толтырғыш (қадалық істіктерге көлденең тігістерді диаметрі 8-10 мм болатын тіреуішті балқытып біріктірген кезде (бөренеге) қадалық істіктердің ұзындығын 50 см дейін кішірейтуге болады)



3-сурет–Кеңейту тігісін конструкциялау: 1- суда ұсталған ағаштан төсеу жасау; 2- қадалық істік пен төсеуді бекітуге арналған каркас, кондукторда балқытып біріктірілген; 3- битуммен оқшауланған каркасқа байланатын қадалық істіктер; 4- температуралық өтемдеуіш (қалпақша), бетондағы қадалық істіктің ауытқуын 2 см артық кетпеуін қамтамасыз етеді; 5- толтырғыш (герметик).

5.2.11 Бойлық тұрақтылықты арттыру үшін, кеңейту тігісінің сығу тігісіне жалғасқан жерінде, сондай ақ сығу тігісінде, 3 кестеде жұлдызшамен белгіленген жағдайларда, төменгі бөлікте биіктігі 5-6 см болатын үш бұрышты қималы ағаш төсеулерді пайдалану ұсынылады.

5.2.12 Ойықты сығу тігісін орналастырғанда және жаңадан төселген бетонды кеңейту кезінде, ернеулерінің айналма радиусы 8 мм жоғары болмауы тиіс. Көлденең тігістегі қадалық істіктерді сұйытылған битуммен сылау аумағы қадалық істіктердің 2/3 ұзындығын, сылақ қалыңдығы 0,2 мм ден аспауы керек.

Кеңейтілген тігістегі қадалық істіктерге кигізілетін температуралық қалпақшалар, қадалық істіктің, бетонда 2 см артық емес, еркін жылжуын қамтамасыз етіп отыру керек.

Қадалық істіктерді бойлық тігістерде, битум сылағынсыз 5 см артық емес қиғаштыққа орналастыруға жол беріледі.

5.2.13 Ойықты сығу тігісі қимасында тікбұрышты, сатылы немесе еңісті қабырғалы болуы мүмкін. Ойықты сығу тігісінің ені 4-тен 15 мм дейін, ойықтың тереңдігі 0,25h кем емес болуы мүмкін.

Кеңейтілген тігіс үстіндегі ойықтың ені 33-35 мм тең етіліп, тереңдігі тақта үстіне дейін 40-60 мм дейін қабылданады.

5.2.14 Арматуралау үшін, диаметрі 8-16 мм жиі пішінді А-II сыныптағы бойлық өзекті ұзындықтары, тақта ұзындығынан 100-200 см кем, немесе ұзындығы, сондай бойлық өзекті жалпақ тор түріндегі, орташа есепті шығыны 1 м² төсемге 2,3-3,4 кг болатын арматураны қолдану қажет.

Төсемнің төменгі аумағындағы (төменгі жазықтықтан 40 мм биіктікте) жиектерін екі қадалық істікпен (диаметрлері 10-12 мм, А-II) арматуралау кезінде, қадалық істіктер, тақта ұзындығынан 100 мм қысқа болуы керек.

5.3 Цемент-бетон негізі бар асфальт-бетон төсемдерін конструкциялау.

5.3.1 Цемент-бетон негізі бар асфальт-бетон төсемдері бір-, екі-, және үш- қабатты болуы мүмкін. Асфальтпен цемент-бетон қабаттарының қалыңдығы есеп арқылы анықталады, алайда 4 кестеде көрсетілген мәндерден ауытқымауы тиіс.

5.3.2 Цемент-бетон негізінде сығу тігістерін әр 15 метр сайын орналастырады. Негізді көлденең тігіссіз орналастыруға рұқсат беріледі. Көпір алдында және жол қиылыстарында үш тігістен кем етпей әр 10 м., немесе 20 метр сайын монолитті цемент-бетон төсеміндегідей етіп кеңейтілген тігіс орналастырады.

5.3.3 Негіздің көлденең тігіс үстіндегі асфальт-бетон жабуларын, тігіс бойында симметриялы етіп орналастырып, торлармен арматуралау ұсынылады, тор ені 80-160 см болуы тиіс. Асфальт-бетон қабатында шыны талшық немесе шыны пластик торларды төсемнің жоғарғы бетінен 8 сантиметрден жақын емес етіп, немесе қабат арасында орналастырады. Темірден жасалған торларды екі- немесе үш қабатты асфальт-бетон төсемдерінің төменгі қабатының астына орналастырады.

5.3.4 Негізіндегі бойлық тігісті төсем ені 9 метрден жоғары болғанда және болжам бойынша жауын-шашынды, бір келкі емес шөгінді жер төсемінде орналастырады.

4-кесте – Асфальт- және цемент-бетон қабаттарының ең төменгі қалыңдықтары

Иілуі B_{tb} кезіндегі бетонның созылу беріктігінің сыныбы	Бетонның иілу кезіндегі созылуға орташа беріктігі, МПа	Асфальт-бетон қалыңдығы h_a (сандық), см, бетон қалыңдығы h_b (қорытынды) болғанда, қозғалыс қарқыны дөгелекке 50 кН келтірілгенде бір./тәу.,			
		2000 жоғары	1000-2000	500-1000	100-500
0,8	1,0	$\frac{18,0}{26}$	$\frac{18,0}{24}$	$\frac{17,0}{23}$	$\frac{17,0}{22}$
1,2	1,5	$\frac{18,0}{24}$	$\frac{18,0}{23}$	$\frac{17,0}{22}$	$\frac{16,0}{21}$
1,6	2,0	$\frac{18,0}{22}$	$\frac{17,0}{21}$	$\frac{17,0}{20}$	$\frac{16,0}{19}$
2,0	2,5	$\frac{18,0}{19}$	$\frac{18,0}{18}$	$\frac{18,0}{17}$	$\frac{16,0}{17}$
2,4	3,0	$\frac{17,0}{19}$	$\frac{16,5}{17}$	$\frac{16,5}{16}$	$\frac{16,0}{16}$
2,8	3,5	$\frac{16,5}{17}$	$\frac{16,0}{17}$	$\frac{16,0}{16}$	$\frac{14,0}{16}$
<p>Ескертпелер</p> <p>1 Қалыңдық мәндері асфальт-бетон (цемент-бетон) бетінің тәуліктік температурасының ауытқуына келтірілген $A_n=15^\circ\text{C}$.</p> <p>2 Басқа тәуліктік температура ауытқуы болғанда асфальт-бетон қабатының қалыңдығы мына формула бойынша анықталады $h_a=\sqrt{15/A_n}$.</p> <p>3 Егерде негіз ұзақ уақыт бойы (төселгеннен бастап бір жылдан артық емес) көлік қозғалысына пайдаланылса, онда оның сыныбы B15 (B_{tb} 2,4) кем емес бетоннан, қалыңдығын 20 см кем етпей төсейді. Негізде мүмкіндігінше тапталып тегістелген, негізді жабу ретінде қызмет ету мерзімі тиімді, бетонды пайдалануға жол беріледі.</p>					

5.4 Табанды төсем конструкциясы

5.4.1 Табанды төсем қалыңдығы есеп арқылы анықталады. Ұсынылатын ең төменгі қалыңдықтар 5 кестеде көрсетілген.

5-кесте – Табанды төсемнің ең төменгі қалыңдығы.

Негіз	Табанды төсем қалыңдығы, см, бетонның жобалау бойынша сыныбы			
	B15	B20	B25	B30
Құмды	20	19	18	17
Цемент-топырақты, шлакты, қиыршық тастықалыңдығы 14 см	18	17	16	16
<p>Ескертпелер</p> <p>1 Бетонның сыныбы B15-B20 болған жағдайда, көлденең тігіс орнатылмайды, бетон сыныбы B25-B30 болған жағдайда, тақта ұзындығы $22h$ болады.</p> <p>2 Табанды төсемде көлденең тігісті 30-50 см кем емес ауытқумен орнатады. Құмды негізде тігістерде қадалық істікті диаметрi 16 мм, ұзындығы 40 см екі өзектен табанға қойылады.</p>				

5.5 Құрама төсемді жол төсемдерін конструкциялау

5.5.1 Мұнай кәсіптік және өндірістік жол құрылысын жүргізу кезінде, жол жүру қарқыны 1 000 авт./тәу болғанда, алдын-ала күш салынған, ұзындығы 5-6 м және ені 1,75-2,30 м тақта қолданылады; жүру қарқыны төмен болғанда – ұзындығы 4,5-5,5 м және ені 1,75-2,30 м алдын-ала күш салынбаған, біріктірілген тақталар пайдаланған жөн болады.

6. ЖОҒАРЫ ӨНІМДІ ЖОЛ КӨЛІКТЕРІНІҢ ЖИЫНТЫҒЫН ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ ЖОЛ ТӨСЕМДЕРІН ҚҰРУ

6.1 Бетонға қойылатын талаптар

6.1.1 Бетонқоспалары мен бетондар ҚР Р 218-61 талабына және белгіленген тәртіппен бекітілген және өңделген технологиялық белгілерге сай жасалуы тиіс.

6.1.2 Бетон сапасының классификациялық көрсеткіші.

6.1.2.1 Бетон сапасының негізгі көрсеткіштері мыналарда қаралады:

- иілу кезіндегі созылу беріктігі жағынан бетон сыныбы МЕМСТ 26633;
- қысу кезіндегі бетон беріктігінің сыныбы МЕМСТ 26633;
- суыққа төзімділігіне қарай бетон маркасы МЕМСТ 10060.0.

6-кесте – Сығу және иілу, созылу кезіндегі бетонның беріктігінің сапа көрсеткіштерінің талаптары

Жол төсемінің конструктивті қабаты	Автомобиль жолының санаты	Есептік жүк салмағының қарқыны бір./туәлік	Беріктіктің жобалық сыныбы, кем емес	
			Созу арқылы иілуі Btb	қысу В
1	2	3	4	5
Монолитті	I	2000 аса	4,4 (4,2)	35
Бір қабатты жабу немесе екі қабатты жабудың жоғарғы қабаты	II	1000 нан 2000 ға дейін	4,0 (3,6)	30
Екі қабатты монолитті жабудың төменгі қабаты	I- II	1000 нан аса	3,2	25
Жабуастындағы монолитті негіз: цемент-бетон және асфальт-бетон	I- II	кез келгені	1,6	20

Ескертпелер

1 Цемент-бетон немесе асфальт-бетон жабуларының астына монолитті негізді орналастыру үшін баяу қататын цементтер негізіндегі бетон қоспаларын пайдалануға болады.

2 Қалыпты жағдайда, 28 тәулікте қататын, МЕМСТ 10180 және МЕМСТ 18105 бойынша, ал баяу қататын цементті пайдаланғанда, ылғалды жағдайда 90 тәулікте қататын бетон сыныбы беріктігі жағынан анықталады.

3 Екі қабатты жабу дегеніміз, бір мезгілде жоғарғы мен төменгі қабаттарды нығыздау арқылы орналастыратын (тұтастыру әдісі) жоғарғы қабат пен төменгі қабатты қосатын монолитті жабу. Жоғарғы қабат қалыңдығы 6 см дан кем болмауы керек.

6.1.2.2 Автомобиль жолдарының негізі мен төсем құрылысында пайдаланылатын созу, иу және қысу кезіндегі бетонның беріктік талаптарының сапа көрсеткіштері 6 кестеде келтірілген.

6.1.2.3 Жол төсемінің конструктивті қабатына байланысты, бетонның суыққа төзімділігіне қойылатын талаптар 7 кестеде көрсетілген.

7-кесте –Жол төсемінің конструктивті қабатына байланысты бетонның суыққа төзімділігіне қойылатын талаптар

Жол төсемінің конструктивті қабаты	Аудандардың едәуір суық айының орташа айлық температурасына арналған бетонның суыққа төзімділігі (F) бойынша ең төменгі жобалық маркалары, 0С		
	0 ден минус 5 ке дейін	минус 5 тен минус 15 ке дейін	минус 15 төмен
Бір қабатты жабу немесе екі қабатты жабудың жоғарғы қабаты	100	150	200
Екі қабатты жабудың төменгі қабаты	50	50	100
Монолитті негіз	50	50	50
Ескертпелер 1 Суыққа төзімділік бойынша бетон маркасы МЕМСТ 10060,0 арқылы анықталады 2 Құрылыс ауданының едәуір суық айының орташа айлық температурасы ҚР ҚНЖЕ 2.04-01 бойынша анықталады			

6.1.3 Қорама қалыпсыз технология бойынша төселетін бетон қоспаларына қойылатын талаптар.

6.1.3.1. Жол жабуларына арналған бетон қоспаларындағы қатыстырылған ауа көлемі: бір қабатты және екі қабатты жабудың жоғарғы қабаты үшін – 3,5–7%; екі қабатты жабудың төменгі қабаты үшін 3,5-7% сәйкес болуы керек.

6.1.3.2. Бетон қоспаларындағы қатыстырылған ауаны: үздіксіз, жоғарғы қабатты жабу барысында, сағат сайын және төменгі қабатты төсеу кезінде кезек алмастырған кезде бір реттен бақылап отырады.

6.1.3.3. Қоспаларды ауатартқыш және пластификациялайтын қоспалармен бірге даярлайды. Енгізілетін қоспалар көлемін, осы қоспалардың ұсынылған көрсеткіштерінің талаптарына сүйене отырып және бетон жағдайына қарай тағайындайды. Қоспаларды даярлау үшін сәйкестендірілген нормативтік құжаттардың талаптарына жауап беретін және қоспалар мен бетон (Б қосымшасы) ерекшеліктеріне жауап беретін отандық, сондай ақ шет елдік қоспаларды қолдануға болады.

6.1.3.4. Бетон қоспаларының сапасы мен дайындау технологиясы, сапа көрсеткіштерінің МЕМСТ 26633 (немесе Германия ZTV Beton-StB 01 стандартына сай келетін) талаптарын қанағаттандыратын бетон алуды қамтамасыз ету керек.

6.1.3.5. Бетон қоспасының құрамын МЕМСТ 27006 (Германия ZTV Beton-StB 01 стандартына сай келетін) сайқорама қалыпсыз, құрамында көп мөлшерде қиыршық тасты етіп, іріктеп алады. 1 текше метр бетонға цемент шығыны 350 кг нан кем емес және 450 кг

- нан артық болмауы тиіс (қосымша Е). Бетон құрамын іріктеу кезінде материалдардың радиациялық-гигиеналық бағалауын пайдалану қажет.

6.1.3.6. Жолға арналған бір қабатты және екі қабатты төсемнің жоғарғы қабатының бетон құрамындағы судың цементке қатынасы 0,45 тен артық емес (ережеге сай, 0,42-0,43 бетон пластификаторынсыз), ал екі қабатты төсемнің төменгі қабатына -0,5 артық емес болуы керек.

6.1.3.7. Бетон қоспасының қозғалғыштығын, қаттылығы мен кеуектілігін МЕМСТ 10181 сай анықтайды.

6.1.4 Бетон сапасын бақылау.

6.1.4.1 Бетон тығыздығы мен сығу кезіндегі қаттылығын, қырының ұзындығы 15 см болатын сынау кубиктер арқылы анықтайды. Қабырға ұзындығы МЕМСТ 10180 сәйкес кубтарды қолдануға жол беріледі.

6.1.4.2 Иу арқылы созылу беріктігін анықтау үшін, 3 бақылау нұсқалы арқалық дайындалады, ені – 15 см, биіктігі 15 см және ұзындығы 60 см. Жүктеме екі салмақпен тірек арасындағы аралықтың үштен бір бөлігін басады ($L=45\text{см}$), МЕМСТ 10180 сай басқа көлемдегі призманы пайдалануға жол беріледі.

6.1.4.3 Бетонның жоғарғы қабатының консистенциясы 1,23-1,45 мм құрауы керек және 3 күн көлемінде, сағат сайын тұрақты нәтиже алынғанша тексеріліп отыру қажет. Тұрақты нәтиже алынғаннан кейін кезек ауысатын уақыт сайын 1 рет.

6.1.4.4 Беріктікті өндірістік бақылау үшін, қажетті бетон үлгілерінің қату тәсілі мен тәртібін МЕМСТ 18105 қолдану арқылы анықтау қажет. Бетон үлгілерінің беріктіктігін өндірістік бақылау, бетон қоспасын даярлаушы мекемеде, сондай ақ құрылыс алаңында үлгілерін жасау арқылы (кубтар мен квадрат қималы призмалар) жүргізіледі, және бетон формаларында немесе қорама қалыпсыз күйде қата беретін, қырлары пленкаға ұқсайтын материалмен өңделген (балауыз), және ылғалдың булануына мүмкіндік бермейтін дымқыл мата немесе басқа материал астында сақталуы керек. Дымқыл құм, ағаш үгіндісі немесе үздіксіз ылғалданатын гигроскопиялық материал қабатының астында, сондай ақ үлгілердің қатуының басқа да жағдайы қарастырылады, мысалы сулы немесе құрама.

6.1.4.5 Бір тәулік ішінде төселген монолитті конструкциялардағы бетонның беріктігін бұзбай анықтайтын тәсіл бойынша, аралық шақта бетон көлемінің бір конструкциясынан кем емес етіп бақылайды (немесе конструкцияның бөлігін, егер оны бетондау уақыты 1 тәуліктен көп болса).

6.1.4.6 Бетон беріктігін бұзбайтын тәсілмен анықтау үшін алынған монолитті конструкцияның әр қайсысында, төрт бақылау бөлшектерін тағайындайды. Бақыланатын бөлшектердің саны мен орны, жобалау ұйымының конструкцияның жұмыс сызбаларында көрсетілуі қажет. Конструкцияның сызбалы бөлшектеріне – 4 м ұзындыққа бір бөлшек қабылданады.

6.1.4.7 Бетон қоспасын сынау мен бетонның бақылау үлгілерін дайындау, сынама алынғаннан кейін 10 мин. кеш басталмауы керек.

6.1.4.8 Бетон қоспасының температурасы сынама алынған сәттен бастап сынақ аяқталғанға дейін 5°C тан артық ауытқымауы керек.

6.1.4.9 Бетон қоспасының сынамасын сақтау жағдайлары, сұрыпталғаннан кейін және сынақтан өткізілгенге дейін ылғал мен булануды болдырмауы керек.

6.1.4.10 Бетон үлгілерін қысу арқылы бақылау нәтижелері қанағаттандырғысыз болған жағдайда, қосымша төсемдерден алынған тасбағандарға Ø 15см, жиілігі 1000м² ге 1 керннен, төселгеннен кейін 60 күннен ерте емес, қысу арқылы беріктікке бақылау жүргізу қажет.

6.1.4.11 Қиыршық тас, тұтқыр материалдармен нығайтылған және нығайтылмаған ірі құм мен құм материалдары, сондай ақ монолитті бетоннан жасалған төсемнің тегістігі мен негізін бақылау ҚР ЕЖ 218-35 (п.п. 10.4, 10.5, 10.9, 10.9.3) сәйкес жүргізіледі.

6.1.4.12 Таптау арқылы нығыздалған бетон қоспасының тығыздығын, 1 км жабында, үш сынақ арқылы бақылап отыру қажет.

6.1.4.13 Жұмыстарды қабылдау кезеңінде өткізілетін жол учаскесінің ұзындығы 5 км көп болған жағдайында, төсем тегістігін бақылау, ҚР ЕЖ 218-35 сәйкес, дүмпу өлшегіш арқылы жүргізіледі.

6.2 Қорама қалыпсыз технология бойынша дайындалған, бетоннан жасалған, жол төсемдерінің конструктивті және технологиялық құрылғы ерекшеліктері.

6.2.1 Бетон төсемдері бір немесе екі қабатты болуы мүмкін. Бір қабаттан тұратын бетон төсемдері бірқабатты деп аталады. Екі қабатты бетон төсемдері екі түрлі құрамнан тұрады.

Екі қабатты төсемнің жоғарғы қабаты суыққа төзімді, нығыздалған және ысуға бекем қиыршық тастан, ал төменгі қабаты - даярлауы «құнарсыз», қайта пайдаланылатын бетоннан төселеді. Мұндай төсемнің әр қабаты бір немесе екі деңгейде дайындалады. Айырмашылығы, бір деңгейде дайындалған жабудың толық қалыңдығы бір төсеушінің көмегімен орындалады. Құрамы бірдей жабуды екі деңгейде дайындау, кірістірме құралдың көмегімен орындалады.

6.2.2 Бетон жабуын конструкциялау мен дайындау - бүлінбеген бетон температура өзгерістері мен жүк салмағының күшін қабылдап, сондай ақ одан тарайтын күш, негізге шамадан тыс күш түсуіне жол бермейтіндей болуы керек.

6.2.3 Беріктіктің есептік жүк салмағына байланысты, ҚР ҚН 3.03-30 және ҚР ЕЖ 3.03-101 сәйкес, бетон жабуы астындағы (негіз) салмақ түсетін қабат үшін, Қазақстан мен Германияның (RstO) техникалық нормаларында көрсетілген бір қатар конструкциялар ұсынылады. Осы нормаларға сәйкес, бетон төсемінің қалыңдығы, есептік жол жүру қарқынының көрсеткіші мен жол санатына байланысты, 20-30 см болуы керек. Бетон төсемінің қалыңдығы 24-30 см болған жағдайда, созылу тігістері орнатылмайды.

6.2.4 Суыққа төзімді негізі болмаған жағдайда, суықтан қорғаушы қабат орнатылады, оның қалыңдығы жол төсемінің суыққа төзімді қабатының толық қалыңдығы мен негізгі конструкцияның қалыңдығының айырмасы болып табылады.

6.2.5 Транспорт токтатуға арналған, немесе тағайындауы басқа да аймақ конструкциясы, жолдың жүру аймағымен бірдей болуы керек.

6.2.6 Бетон жабуының астындағы негіз немесе салмақ түсетін қабат, бетон тақтасы үшін тегіс және өзгермейтін тірек болуы керек. Салмақ түсетін қабат екі түрлі болады: байланысқан және байланыспаған.

6.2.7 Тоқылмаған қабатты пайдалану кезінде, қозғалу қауіпі бар, немесе дәндер ұсақталады, соның салдарынан, жолдағы бетон тақтасының астында бос орын пайда болуына әкеліп соғады. Соңғысы, иілу кезінде күштің созылуының артуына әкеледі, және

бетон тақтасында жарық пайда болуына мүмкіндік туғызады. Сондықтан, негізді бұлай орнату кезінде, тек беріктігі жоғары қиыршық тасы бар сапалы қабаттар пайдалану керек.

6.2.8 ҚР СТ 973 сай, органикалық емес тұтқырлармен өңделген, тасты материалдан жасалған, тоқылған салмақ түсетін қабат, бетон жабуы үшін деформациялануға кем ұшырайтын негіз ретінде ұсынылады. Бетон төсемінің гидравликалық байланысқан бетон қабатымен әр-түрлі созылғыштық модульдерінің әрекеттесуінен, транспорт қозғалысынан болатын күштің әсерінен, олардың арасында қозғалтқыш күш пайда болады. Бұл күшті болдырмау үшін, қабат арасында тығыздығы 450-550 г/м² болатын аралық төсеу қажет. Сөйтіп, бұл аралық – екі қабатты ажыратып көлденең дренажды қабатты жүзеге асырады. Аралықтың айырудағы беріктігі 15 МПа кем болмауы керек. Бұдан бөлек, тоқылған салмақ түсетін қабаттар өздерінің су сіңірмейтіндіктері мен бетінің сыртқа қарай еңкіштігінен, бетон жабуының төменгі бетінен судың тез бұрылып кетуін қамтамасыз етеді.

6.2.9 Бетон төсемдері, жүру жолының барлық еніне, бүйір жолақтардың тік шеттерімен қоса дайындалады. Қорама қалыптардың бөлшектерін бекіту, сырғымалы формалы SP 1500 типті бетон төсегішке сырғу жолы үшін, негізді кеңейтуді талап етеді. Кеңейтілетін жер көлемі қабат және негіз түріне байланысты 1,0 м кем болмауы тиіс.

6.3 Жік құрылысы

6.3.1 Халықаралық тәжірибе мен ТМД елдерінің тәжірибесіне қарағанда, соңғы жылдары төсем қалыңдығы 24 см жоғары болған жағдайда, жік құрылысын орнатудың қажет еместігін ұсынады, сонымен қатар ыстық мезгілде төсемнің бойлық беріктігін төменде көрсетілген іс-шараларды қолдану арқылы қамтамасыз ету қажет:

6.3.2 Негіз бен төсем арасындағы ұстасуды (төсемді астынан «тиеу») қамтамасыз ету үшін:

- жеткілікті салмақ болуы үшін, төсемнің қалыңдығын 24 см кем етпей, және кертпелерді кесу қажет.

6.3.3 Аяқталған және жабылған екі қабатты төсемнің төменгі қабатының бетіне дюбель мен анкерді енгізу, арнайы автоматты басқарылатын машиналармен орындалады.

6.3.4 Еркін сызаттың пайда болуынан құтылу үшін, және температураның ықпалынан бетон тақтасының ұзындығының өзгеруін болдырмау үшін, төсемді көлденең және бойлық тігістермен бөлек тақталарға бөлу қажет. Тігістерді бөлу схемасы, төсеу алдында табиғи-климаттық жағдайға қарай және тақта қатандығы талабына сәйкестендірілуі керек. Бетон төсемінің қалыңдығынан ұзындығы 25 есе үлкен тақта, ал бетон төсемінен қалыңдығынан 30 есе үлкен шаршы пішінді тақта сызат түсудің алдын алады, өйткені тақтаға күштің түсуін қолайлы келтіреді. Тақтаның жалпы ұзындығы 7,5 м аспауы керек.

6.3.5 Тігістер арасындағы ара-қашықтықты, созылу кезіндегі күштің көлемін, бетонның негізбен қажалуынан пайда болатын және депланация - тұрақсыз температурадан, сонымен қатар транспорт ағынынан пайда болатын күшті есепке ала отырып таңдау қажет. Сонымен қатар бұл күштердің мөлшері, бетонның иілу кезіндегі ұзақ созылу беріктігінен аз болуы керек.

6.3.6 Тақтадағы көлденең тігістер арасындағы қолайлы ара-қашықтық – 5 м болып есептеледі. Тігіс арасындағы ең жоғарғы арақашықтық тақта қалыңдығынан 25 есе көп

көрсеткішінен аспауы керек. Қысқа тақталар бетон беріктігінің болмашы ауытқуынан, құрылыстың отыруы, температура мен негізбен қажалуы, жалған тігістердің түгелімен емес жыртылуына әкелуі мүмкін. Уақыт келе жыртылмаған тігістер аумағында бетон ернеулеріндегі материалдар бұзылады, бұл жол үстіндегі судың жол конструкциясының ішіне кіруіне себеп болады.

6.3.7 Тігіс арасындағы үлкен ара-қашықтық дюбель мен анкер түріндегі арматураларды қолдануды талап етеді. Әр-бір нақты жағдайға байланысты арматураның түрі мен көлемі, жоспарланған класс күшіне қарай есепке алынуы керек. Ені 4,0 м жоғары жол жүру бөлігін – бір жалған көлденең тігіспен, ені 10 м жоғары болғанда – екі, ал ені 13,5 м болғанда – үш жалған көлденең тігіспен бөліп отыру қажет. Деформация күшінің ең төменгі болуына себеп болатындай, тақталар мүмкіншілігінше квадрат формалы және ең жоғарғы ауданы – 30 м² артық болмауы қажет. Тігістерді дайындау кезінде, көпшілігінде жалған, деформациялық және сығымдалып қосылған тігістер бойынша ажыратады. Бетондағы дайын тігістер аумағында дюбельдерді көлденең бағытта, ал анкерлерді бойлық бағытта пайдаланады. Олар тігіс жыртылғаннан кейін бетон тақталарының қозғалуы мен тербелуінің алдын-алу үшін қызмет етеді.

6.3.8 Жалған тігістер жарылу пайда болатын орындарда орнатылады. Олар төсемнің жоғарғы көлденең қимасының әлсіреу себебінен пайда болады, көлденең тігістер орналастыру аумағында - 25-30%, бойлық тігістерде - 40-45%, және температура түскен кезде тақталарды тұтастыруға мүмкіндік береді, бетон ұстасуынан кейінгі температурамен салыстырғанда, сондай ақ бетонның отыруы мен қысылуын қамтамасыз етеді. Одан бөлек, қысқа тақталарда деформация арқасында олардың есебінен күш түсу азаяды.

6.3.9 Бетон тақтасындағы деформациялық тігістер бетонның барлық қалыңдығына көлденең бөлінуінен пайда болады. Тігіс, сығылатын резеңке ішпекпен толтырылады. Деформациялық тігіс температура және күш әсерінен тақта ұзындығының өзгеруін өтеп отырады.

6.3.10 Қатайған материалға жаңа дайындалған бетонды төсеу кезінде престелген қосындылары бар тігістер орнатылады. Мұндай қоспа әлсіз болғандықтан нығыздау арқасында судың кіруін болдырмайтын тігіс дайындаған жөн. Престелген қосындылары бар тігістерді жолдың жүру бөлігі мен транспорттың мәжбүрлі тоқтау жолағы (престелген қосындылары бар көлденең тігіс) арасында орнатуға, немесе жұмыс күні аяқталуына байланысты жұмыстардың тоқтаған орнына (престелген қосындылары бар бойлық тігіс) орнатуға болады.

6.3.11 Бойлық деформацияны өтеу қажет болмаған жағдайда, бір жақты транспорт күшінен тақталардың қозғалуын болдырмау анкерлердің көмегімен жүзеге асады. Мұндай жағдай престелген қоспалары бар бойлық тігістер мен бойлық жалған тігістерде болады. Ұзындығы 60 см, арматуралық болаттан жасалған, тетіктері бір қалыпқа келтіріліп (профильденген) орындалатын анкерлердің диаметрі 20 мм болады. Олардың өстік және көлденең күштерді өткізіп отыруға мүмкіндіктері бар. Тек жалған тігістің астында анкерлер синтетикалық қабықшаларға ие, өйткені қалған конструкция өзіне тарту күшін алып отыру керек. Анкерлер тақтаның төменгі бөлігінде жатады. Престік қоспасы бар бойлық тігістерде, әдеттегідей, желімді анкерлерді қолданады. Сонымен бірге желімі бар қалып, қатып үлгерген бетонға бұрғыланып, орнатылып қойған анкері бар тесік көмегімен

байланып орнатылады. Осылайша, ұстасу арқасында анкерлеу, ескі мен жаңа элемент арасында күшті өткізуді қамтамасыз етеді.

Желімді анкерлерді қолдану, бірінші бетон қабатын орнатуды жеңілдету мүмкіншілігін береді. Осының нәтижесінде, мұнан былай кезекті бетон төсеу кезінде, бетонның бұрынғы элементтеріне қиындықтар тудырмайды. Қаралған күш салу сыныбына байланысты, әр тақтаға 3 немесе 5 анкер қолдану қажет.

6.3.12 Радиусы $R = 600$ м дейінгі қисықтарда, анкерлермен бекітілген жолақтар ұзындығының күрт өзгеруінің салдарынан, қысылған деформациялар пайда болмас үшін, анкерлерді тақтаның орташа үштен бір бөлігінде шоғырлайды. Қалған барлық жағдайларда анкерлерді тақтаның бүкіл ұзындығында бір келкі етіп орналастырады. Күшті өткізгендіктен престелген қоспалары бар, бойлық тігістердің қасында орналасқан анкерлер тақтаның енінің ортасында болуы керек.

6.3.13 Дюбельдер тақталарға ұзына бойы қимыл жасауға мүмкіндік береді және жалған тігістегі тек көлденең күштерді тақтаның төменгі бөлігіндегі жарықтарды іліндіріп өткізеді. Сондықтан, оларды бетон төсемінің ортасында орналастырады. Тігістерді басып өткенде, дюбельдер тақта ернеуінде баспалдақтарды пайда болдырмайды, және осы сәтте күш түспейтін, бірақ күш түсіп тұрған көрші тақтамен бірге дюбельмен қатырылысып тұрған көрші тақта, оған көмектесіп, күш түскен тақта салмақ алынғаннан кейін, шұғыл ауыса алмайды.

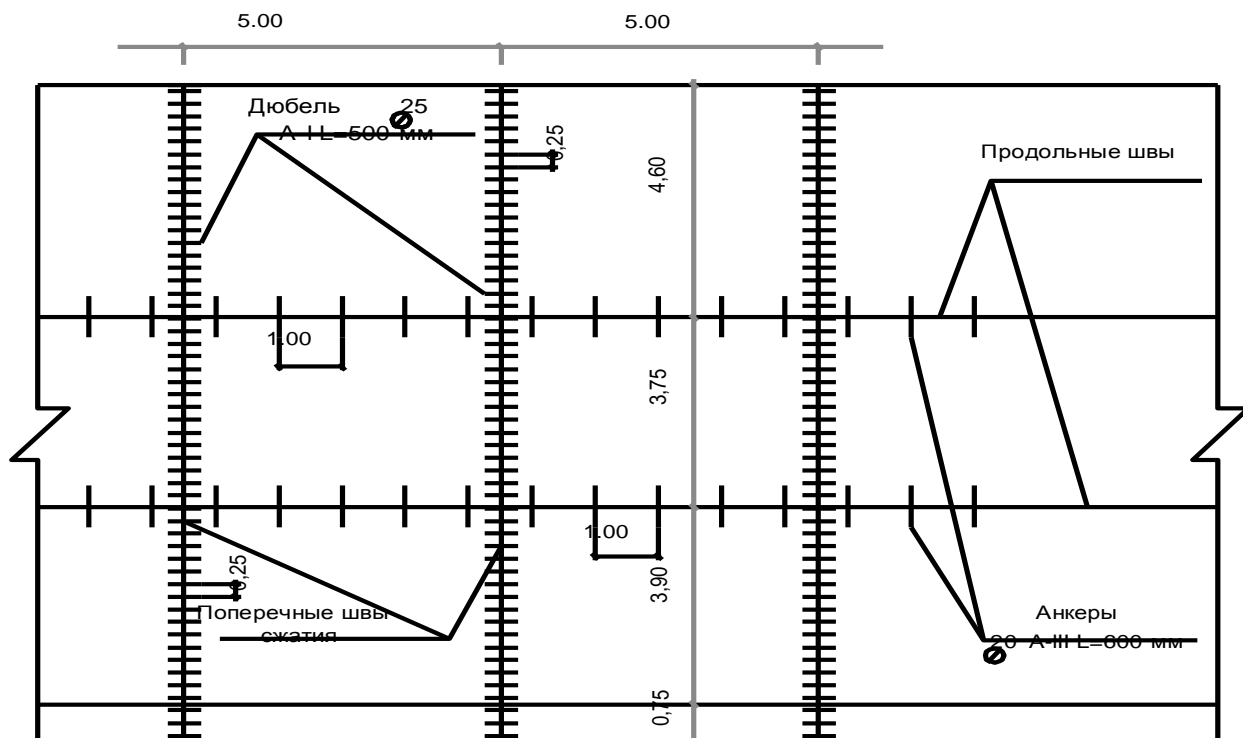
6.3.14 Дюбельдер әдеттегідей тегіс болаттан $\varnothing:25$ мм, ұзындығы 50 см, ең төменгі ені 0,3 мм, синтетикалық қабықпен оралған, бетонмен жабысуға бөгет болатын және бірінші қимылдан кейін «созылатын күшті» тоқтатуға қабілетті болып жасалады. Жүру қарқыны жоғары жол жолақтарында, дюбельдер арасындағы ара-қашықтық, қағида бойынша, 25 см, ал қарқыны төменінде 50 см құрайды. Жүк қауырттылығы төмен жолдардың мәжбүрлі тоқтау аядамаларында дюбель қолданбауға болады.

6.3.15 Үлкен байланған аумақтардың тігістерінде, дюбельдер енді төлке көмегімен бір бағытта қозғалуы керек. Сондай-ақ, тығын мен тарақ пайдалануға болады. Деформациялық тігістерде дюбельдер, қозғалатын басында металлдан немесе синтетикалық материалдан жасалған төлкемен жабдықталады, ол бетонда созылу үшін ені 15 мм болатындай кеңістік босату керек. Арматуралық тордан жасалған деформациялық тігістерде, бетон төсеу алдында тігістер арматурасын негізде орналастыру үшін дайындап алады. Осындай әдіспен жалған тігіс те дайындалуы мүмкін. Жалған тігістегі дюбель мүлде жаңа бетонға тербеліс әдісімен енгізілуі мүмкін.

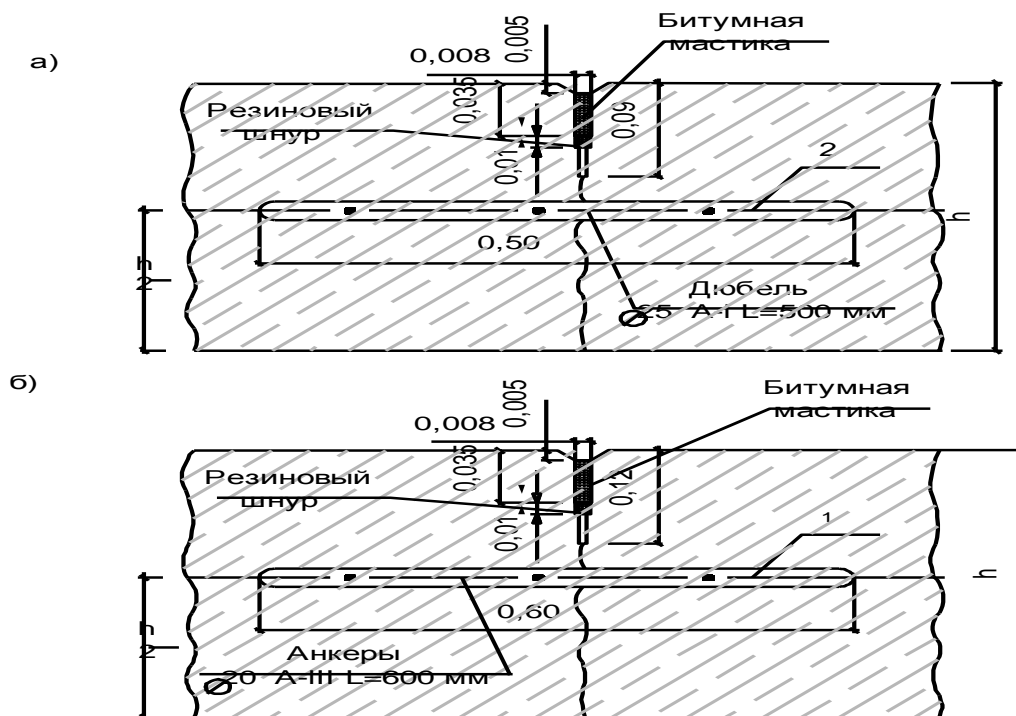
6.3.16 Бетон тақталары арасындағы тігістерді нығыздау қажет. Тігістерді нығыздау құйылуға қабілетті, икемді, динамикалық күш түсуге төзімді және ұстасқыш ыстық мастикамен өңделеді. Тігістерді нығыздаудың екінші тәсілі, ол алдын-ала кесілген тігістерге эластомерден жасалған қуысты пішіндерді батыру болып табылады. Нақты жағдайға қарай, екі тәсілде алмастырып қолдануға болады, мысалы бойлық тігісте ыстық мастикамен толтыру және көлденең тігісте пішінді пайдалану (5-сурет).

6.4 Бетонды қабылдау

6.4.1 Бетон қоспаларын дайындауға қолданылатын материалдарды кірісті бақылаудан өткізеді (цементті, толтырғыштарды, су, қосымшалар), олардың жоғарыда аталған бастапқы материалдарға қойылатын талаптарына сәйкестігін анықтайды.



4-сурет – Деформациялық тігістерді орнату сызбасы



5-сурет – а) Көлденең қысым тігісінің кескіні; б) Бойлық қысым тігісінің кескіні

6.4.2 Жол конструкцияларына арналған бетон сапасын қабылдау, МЕМСТ13015.1 бойынша, бақыланып отырады.

6.4.3 Монолитті жол конструкциясына арналған бетонды сапа бойынша қабылдау беріктік, жобамен белгіленгендей, суыққа төзімділігі пен су өткізбейтіндігі және басқа нормативті көрсеткіштері бойынша – мекеменің нормасына байланысты, өндірісті және жұмысты қабылдауына байланысты орындалады.

6.4.4 Бетондардың суыққа төзімділігін, су өткізбейтіндігін, орташа тығыздығын, қажалғыштығы мен су сіңіргіштігін, МЕМСТ 27006 бойынша, әр-бір жаңа нақтылы бетон құрамын іріктеген сайын, ал келешекте 6 айда бір реттен кем емес; сондай ақ бетон құрамын, өндіру технологиясы мен пайдаланылатын материалдардың сапасы өзгерген жағдайда, бағалап отырады. Бетон құрамындағы табиғи радионуклидтердің меншікті белсенділік көрсеткіштері бойынша тексеру, алғашқы сынау кезінде, сондай ақ қолданатын материалдардың сапасы өзгерген жағдайда орындалады. Қажет болғанда, бетонның ылғалдылық көрсеткіші, отыру деформациялануы, сырғымалылығы, төзімділігі, жылу бөлуі, призмалық беріктігімен иілгіштік модуль, Пуассон коэффициенті және басқа да нормативті көрсеткіштері, бетон конструкциясының нақты стандарттары мен техникалық жағдайына қарай бағаланады.

6.4.5 Бетон қоспаларын даярлау мен тасымалдау, МЕМСТ 7473 бойынша, орындалады.

6.4.6 Бетон беріктігін, МЕМСТ 18105 бойынша, бақылайды және бағалайды.

6.4.7 Бетонды қабылдау, нақты беріктігі пен нормалылығын салыстыру арқылы орындалады; біркелкі беріктік есебінің сипаттамасынсыз қабылдауға тиым салынады.

7 ҚАТТЫ ЖОЛ ТӨСЕМДЕРІН ЕСЕПТЕУ НОРМАЛАРЫ

7.1 Қатты жол төсемдерінің төзімділік- дәрежесін (қолданыстағы белгіленген мерзім ішінде конструкцияның тоқтамай жұмыс істеу мүмкіндігі) 8-кестеге сай есепке алады.

8-кесте – Төзімділік дәрежесінің есебі

Қозғалыс қарқыны, есептік жүкке келтірілген, бір./тәу.	Төзімділік дәрежесі	Беріктік коэффициенті К _{бк}
1000 жоғары	0,95	1,00
500-1000	0,90	0,94
500 төмен	0,80	0,87

9-кесте – Берілген төзімділік дәрежесі бойынша жол төсемінің беріктік коэффициентінің мәні

Жол төсемінің түрі	Жол категориясы	Төзімділік дәрежесі K_n	Беріктік коэффициенті $K_{бк}$
Күрделі	I, II	0,95	1,0
	III	0,90	0,94

Жүру жүк-салмағының есептік параметрлері

7.2 Автомобиль есептік түрінің параметрін есепке ала отырып, конструкцияның автомобиль дөңгелегімен жүктелу есептік схемасы ретінде, диаметрі D иілгіш айналма қалып қолданылады, біркелкі таралған күшті p өткізетін шамасымен.

Есептік үлгі ретінде, жолда әрдайым жүретін, үлестері 10 % кем емес, ең ауыр автомобиль таңдалады (жөндеу мерзімінің аяқталуына қарай қозғалу құрамының өзгеруін ескере отырып).

Автомобильдердің әр түрін есептік түрге келтіру мен есептік түрді күштің есептік кестесіне келтіру ҚР ҚН 3.03-04 нұсқауына сәйкес орындалады.

P шамасын дөңгелектегі ауа қысымына тең қабылдайды. Дөңгелек ізінің есептік диаметрі D төмендегіше анықтайды:

$$D = \sqrt{\frac{40 \cdot Q_p}{\pi \cdot P}}, \quad (1)$$

мұнда, Q_p - есептік автомобильдің қосарланған екі дөңгелегіне түсетін күш, κH ;

P —дөңгелектегі ауа қысымы, МПа.

Параметрлер мағынасы P мен D А қосымшасында көрсетілген.

7.3 Ықпал етуші күш түрінің есебін (өткінші қайталанатын жүкті, статикалық жүктелу), конструктивті қабаттың есептік түрінің сәйкес мағынасын қабылдау арқылы, сондай ақ күш шамасын тағайындау кезінде, динамика коэффициентін енгізу арқылы орындалады.

7.4 Конструкцияның есептеу түріне қарай, жүк жүру-салмағының әсерінің қарқынын көрсететін түрлі сипаттамалар пайдаланады:

N –перспективалы (қызмет ету мерзімінің аяғына) жалпы орташа-тәуліктік қозғалыс қарқыны;

N_p — жүру жолының бір жолағының шекарасында (күштің әсерінің қарқынына келтірілген) есептік автомобильдің бір бүйірінде орналасқан, орташа-тәуліктік, есептік күшке (салмаққа) келтірілген (қызмет ету мерзімінің аяғына) барлық дөңгелектердің жүру саны;

$\sum N_p$ -конструкция бетіне, қызмет мерзіміндегі, түсетін есептік күштің (салмақтың), есептік нүктеге келтірген, жалпы саны.

7.5 Перспективалы жалпы орташа-тәуліктік қарқынды, анализ мәліметтері арқылы, жүк тасымалының көлемінің өзгеру заңдылығын және қозғалыс қарқынын, экономикалық зерттеулер нәтижесінде, немесе техникалық-экономикалық негіздеме мәліметтеріне сүйене отырып анықтайды.

7.6 Соңғы қызмет мерзіміндегі автомобиль транспортының қозғалысының қарқынын, есептік күшке (салмаққа) келтіріген N_p шамасын, қозғалыс жолағының санын есепке ала отырып, мына формула бойынша анықтайды:

$$N_p = f_{\text{пол}} \sum_{m=1}^n N_m S_{m, \text{ саны.}}, \quad \text{бір/ту} \quad (2)$$

мұнда: N_p - қозғалыс жолағының санын есепке алғанда, есептік күшке (салмаққа) келтірілген автомобиль транспорты қозғалысының бірінші қызмет мерзіміндегі есептік қарқыны, авт./тәу.;

$f_{пол}$ - жүру жолағының санын есептейтін және мұндағы қозғалысты тарататын коэффициент (кесте 10);

n —транспорт ағынындағы түрлі транспорт құралдарының жалпы саны;

N_{m-t} маркалы транспорт құралдарының жүру қарқыны, авт./тәу.;

$S_{m, сум} - m$ — маркалы транспорт құралының Q_p есептік жүк салмағына жол төсеміндегі ықпал етуінің жалпы коэффициенті (А-қосымшасын қараңыз).

10-кесте –Тығыздық коэффициенті

Жүру жолағының саны	Жолақтың реттік санына қарай коэффициент 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 - жүру қозғалысының бір бағыттағы оң жағынан жүру ағынынан есептеледі.
 2 Жолдың жиегін есептеу үшін $f_{пол} = 0,01$ танылады.
 3 Көп жолақты жолдарда жүру бөлігіндегі ені бойынша жол төсемінің ауыспалы қалыңдығын жобалауда, жол төсемін түрлі жолақ шекарасында формула бойынша анықталған (2), N_p мағынасына сай есептеуге жол беріледі.
 4 Қиылыстар мен оларға кірер жерде (автомобиль ағынының сол жаққа бұрылуға ыңғайланатын орындарында және т.б.) егер жобаланатын жолдың жолағының жүру бөлігінің жалпы саны үштен көп болса, жүру жолақтарының барлық шекараларындағы төсемді есептеу кезінде $f_{пол} = 0,50$ қабылданады.

7.7 Есептік күш (салмақ) түсірудің, конструкцияның қызмет мерзіміндегі, жол бетінің нүктесіне қарай, жалпы есептік саны мына формула бойынша анықталады:

$$\sum N_p = n_p N_p \frac{q^T - 1}{q - 1}, \quad (3)$$

мұнда: n_p - транспорттың есептік қозғалысымен бір жылдағы күн саны, 365 күн*;

q - есептік жүк-салмаққа келтірілген жүру қарқынының өзгеру коэффициенті,

T -есептік қызмет көрсету мерзімі, жыл.

q шамасы дегеніміз, n жылы транспорттың жүру қарқынының алдыңғы $n-1$ жылындағы жүру қарқынына келтірілген қатынасы. Қалпына келтірілетін жолдарда бұл мағына, өткен жылдар мәліметері мен келешекте экономикалық ізденістер нәтижесі болжамын есепке ала отырып, анықталады. Автомобиль тасымалын дамытудың орташаландырылған жағдайында көбінде $q = 1,02 - 1,05$. Халықаралық бағыттарда q шамасы 1,04 - 1,06 және жоғары болуы мүмкін.

*Қазақстан жағдайына $n_p = 365$ күн, өйткені есептік күшке (салмаққа) келтірілген тығыздық модульін талап ететін теңдеуді есептеу кезінде, орташа жылдық, орташа күндік жүру қарқыны қабылданған.

Монолитті цемент-бетон төсемдерін есептеу

7.8 Жол төсемдерінің конструкциясыну кезіндегі созылу өлшемі бойынша беріктік пен төзімділік талаптарын қанағаттандырады, егерде:

$$K_{np} \leq \frac{R_N}{\sigma_r}, \quad (4)$$

мұнда: R_N - шаршау жағдайын есепке ала отырып, қабат материалындағы мүмкіншілігінше шекті созу күші, МПа;

σ_r - қабат материалындағы есептік ең үлкен созу күші, МПа.

Бетонның ию кезіндегі, созылуға есептік қарсыласуын мына формула бойынша анықтайды:

$$R_N = B_{tb} * K_{н.п.} * K_y * K_F \quad (5)$$

мұнда: B_{tb} —бетонның ию кезіндегі созылу сыныбы;

$K_{н.п.}$ - уақыт өте беріктік жинау коэффициенті; біркелкі климатты аудандардаға арналған өздігімен қататын бетон үшін $K_{н.п.}$ - 1,2; құрғақ және ыстық климатты жағдай үшін $K_{н.п.}$ = 1,0;

K_y - бетонды қайта жүктеу кезіндегі жүдеу коэффициенті;

$$K_y = 1,08 * (\sum N_p)^{-0,063} \quad (6)$$

немесе, дәстүрлі емес тұтқырларды пайдалану жағдайында (шлакты, шламды, шығарылып тасталынатын күл негізіндегі тұтқырлар),

$$K_F = 1,23 * (\sum N_p)^{-0,05} \quad (7)$$

K_F —ауыспалы қату-ерудің әсерін есептейтін коэффициент, 0,95 тепе-тең.

Ию кезіндегі созу күшін тақтаның негізбен түйісу жағдайы мен күштің орналасу жерін ескеретін, екі есептік үлгінің біреуімен анықтайды.

Бірінші есептік үлгі, жер төсемінің кепілді тұрақты жағдайында және ауытқымалы шөгінді, немесе томпақ жері болмағанда төсем қалыңдығын анықтау үшін қолданылады; тақтаның негізбен барлық ауданының астында толық түйісуімен ерекшеленеді.

Екінші есептік үлгі, көлденең тігіс арасындағы ара-қашықтықты анықтау, сондай ақ ерекше жағдайдағы төмен категориялы жол үшін, ұзындығы белгіленген ауытқымалы жауынды-шашынды аудандарда, немесе жер төсемінің бір қалыпты емес томпақ жерлеріндегі тақта қалыңдығы үшін қолданылады.

7.9 Күштің бірінші есептік үлгісі σ_{pt} (МПа), серпімділік теория шешіміне сүйене, тақтаның негізбен түйісуін көрсететін, келесі жуықтау тәуелділігі бойынша анықталады:

$$\sigma_r = \frac{Q * K_M * 60 * K_{ysl} * K_{шт}}{h^2 * K_t} * \left(0,0592 - 0,21371 \lg \frac{R}{l_y} \right) \quad (8)$$

мұнда: Q –есептік жүк, кН;

K_M - күштің орналасу әсерін есептеу коэффициенті; темір арқаусыз жабулар үшін K_M = 1,5; жиектері темір арқаулы төсемдері бар, немесе аудандар жолақтарының басы 0,8 м жақын емес, орналасқан төсемнің бойлық сыртқы жиегінен болғанда, K_M = 1,0 бойлық бағыт үшін және K_M = 1,5 көлденең үшін;

$K_{жағ}$ - жұмыс жағдайын ескеретін коэффициент, $K_{жағ} = 0,66$;

$K_{қі}$ - тақтаның негізбен түйісу жағдайына, қадалық істіктің бірігу әсерін ескеретін коэффициент; көлденең тігістерде қадалық істіктер болғанда, $K_{қі} = 1$, қадалық істіктер болмаған жағдайда, $K_{қі} = 1,05$

h – тақта қалыңдығы;

K_t – тақталардың температуралық бүрісу әсерін ескеретін коэффициент, 11 кесте бойынша анықталады.

R – доңғалақ ізінің радиусы;

$$R = \sqrt{\frac{Q}{(0.1 * \pi * p)}}, \text{ см} \quad (9)$$

p – автомобиль шинасындағы қысым;

l_y – тақтаның серпімділік ерекшелігі, см;

$$l_y = h^3 \sqrt{E(1 - \mu_0^2) / 6E_0^3(1 - \mu^2)}; \quad (10)$$

мұнда: E и μ – міндетті А қосымша бойынша анықталатын бетонның серпімділік модуль мен Пуассон коэффициенті;

μ_0 - негіздің Пуассон коэффициенті;

E_0^3 - негіздің серпімділік эквивалентті модуль. Көпқабатты конструкция ретіндегі негіздің серпімділік эквивалентті модуль E_0^3 , дәйекті түрде қабатты жүйені екі қабатты етіп келтіру жолымен мына формула бойынша анықталады:

$$E_0^3 = \frac{E_i}{0.71 * \sqrt{\frac{E_{0\text{общ}}^{i+1}}{E_i} * \arctg\left(\frac{1.35h_0}{D}\right) + \frac{2E_i}{\pi E_{0\text{общ}}^{i+1}} * \arctg\frac{D}{h}}}, \quad (11)$$

мұнда,

$$h_0 = 2h_i * \sqrt[3]{\frac{E_i}{6E_{0\text{общ}}^{i+1}}}, \quad (12)$$

h_i – i қабатының қалыңдығы, см;

$E_{\text{жалпы}}^{i+1}$ – жартылай кеңістіктің жалпы модуль, төселетін i қабатындағы, Мпа;

E_i – i қабаты материалының серпімділік модуль, Мпа;

i - жоғарыдан төмен саналғандағы жол төсемінің қаралып отырған қабатының реттік саны;

D – дөңгелек ізінің диаметрі немесе жоғарғы қабаттың төменгімен күші байланысатын ауданы; $D = 50$ см қабылданады; құрама төсем үшін $D = 2a + h$, немесе $D = 2b + h$.

11-кесте - Тақталардың температуралық бүрісу әсерін есептейтін коэффициент K_t

Жолды климат ты аймақ	Тақта қалыңдығының K_i мағынасы, см																
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
III	0.95	0.93	0.90	0.87	0.84	0.92	0.79	0.76	0.72	0.69	0.66	0.64	0.62	0.59	0.57	0.55	0.53

11-кесте - Тақталардың температуралық бүрісу әсерін есептейтін коэффициент K_t
(жалғасы)

Жолды климат ты аймақ	Тақта қалыңдығының K_t мағынасы, см																
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
IV	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.65	0.62	0.60	0.58	0.56	0.53	0.51
V	0.94	0.92	0.89	0.85	0.83	0.81	0.77	0.74	0.70	0.66	0.63	0.61	0.58	0.56	0.54	0.52	0.94

Негізді құраушы топырақтың тығыздық модулі мен қабат материалдары
ҚР ЕЖ 3.03-104 дағы қосымша бойынша анықталады.

Цемент-бетон төсемі қабатының бірнеше мағынасы үшін тәуелділік сызбасын
құрайық $K_y = f(h)$, т.е.

$$K_y = \frac{Q_r * K_{nn}}{Btb * K_{nn} * K_f}, \quad (13)$$

Сызба көмегімен, талап етілген $K_y = f(\sum N_p)$ төсем қалыңдығын анықтайды.

7.10 Екінші есептік сызба бойынша тақтаның жартылай ұзындығы A (см), жүк негіздің орта бөлігіне сүйенген кезде, төмендегі формула бойынша анықталады:

$$A = 4(R + R_{pu}^{есеп} * \frac{Bh^2}{60K_cQ}), \quad (14)$$

h (см) .4 және 14 формулалары негізінде A тақта. қалыңдығы,

$$h = \sqrt{\frac{(\frac{A}{4} - R)60K_cQ}{BR_{pu}^{расч}}}, \quad (15)$$

мұнда: Q – кН,

h , A және B – см; B – тақтаның жартылай ені, см;

K_c - негіздің түзулігін жоғалту жылдамдық коэффициенті; негіздің күтілетін жалпы шөгуі
(жер төсемінің) 15 см астам болғанда, $K_c=1,2$; қалған кезде $K_c=1$.

Конструкция параметрлерінің және деформациялық тігістердің элементтерінің есебі

7.11 Кеңейтілген тігістерді орнату қажеттілігі, қысу кезіндегі мүмкін болатын температуралық күшке сүйеніп анықталады $\sigma_t^{доп}$ (МПа), баға қоятын есеп үшін төменде корсетілген формулаға тең етіп қабылдауға болады

$$\sigma_t^{доп} = 0.031\sqrt{E * \gamma * h} \quad (16)$$

немесе

$$\sigma_t^{доп} \approx A_t * h \quad (17)$$

мұнда: γ – тақта материалының тығыздығы, т/м³;

h – тақта қалыңдығы, м;

$A_t = 19$ МПа/м.

Тігіс аймағындағы бетон беріктігін сақтау жағдайында, $\sigma_t^{\text{доп}}$, $2B_t$ аспауы керек.

7.12, Беріктік шартына сай, егер мүмкін етілген күш $\sigma_t^{\text{пук}}$, келесі формула арқылы анықталатын нақты σ_t^{ϕ} (МПа) дан кем болса, кеңейтілетін тігістерді орнатады:

$$\sigma_t^{\phi} = \alpha E (T_{\text{макс}} - T_{\text{бас}}), \quad (18)$$

мұнда, α – бетонның сызықтық температуралық деформация коэффициенті, 1/°C, ($\alpha = 0,00001$ 1/°C);

$T_{\text{макс}}$ $T_{\text{бас}}$ – тақта қалыңдығы бойынша бетон ортасындағы ең жоғарғы және бастапқы температурасы, °C (12-кестесін қарау керек).

12-кесте - Плитаның қалыңдығы бойынша ортасындағы бетонның бастапқы және ең жоғарғы температурасы, °C

Ауданның географиялық ені (град. солт. ені)	Бетонның төсеу кезіндегі бастапқы температурасы $T_{\text{бас}}$, °C		Бетонның ең жоғарғы есептік температурасы (10 см тереңдікте) $T_{\text{макс}}$, °C
	сәуірде	мамырда	
54 (Петропавл қаласы)	18,0	32,5	48,0
52 (Астана қаласы)	19,5	39,0	48,5
42 (Шымкент қаласы)	39,0	55,5	65,0

7.13 Кеңейтілетін тігіс арасындағы ара-қашықтық $L_{\text{кең}}$ (м) төмендегі формулаға сай анықталады:

$$L_{\text{кең}} = \frac{E \cdot \delta'_{\text{пр}}}{\sigma_f^{\phi} - \delta'_{\text{пр}} \cdot \frac{h_{\text{пр}}}{h}}, \quad (19)$$

мұнда, $\delta'_{\text{төс}}$ - кеңейтілетін тігіс төсеуінің сығу деформациясы, м;

$$\delta'_{\text{пр}} = B_{\text{пр}} \cdot \frac{\sigma'_{\text{пр}}}{E_{\text{пр}}}, \quad (20)$$

$B_{\text{төс}}$ – төсеу ені, м;

$E_{\text{төс}}$ – жабудың серпімділік модулі, МПа; ағаштан жасалған жабу үшін $E_{\text{пр}} = 8$ МПа;

$\sigma'_{\text{пр}}$ - кеңейтілген тігісті сығу (сығу кезіндегі күш), МПа; жұмсақ түрдегі ағаш төселгенде $\sigma'_{\text{пр}} = 2$ МПа;

$h_{\text{пр}}$ – төсеу биіктігі, м;

$$h_{\text{пр}} = h - 0.04 \text{ (м)}. \quad (21)$$

7.14 Тігістердің қадалық істік диаметрін d_{ki} (см) келесі формула бойынша анықтайды:

$$d_{ki} = \sqrt{\frac{10P_{ki}}{A_d * R_{сж} * n * K_d}}, \quad (22)$$

мұнда: P_{ki} – қадалық істіктер бірігіп қабылдайтын дөңгелекке түсетін есептік күштің бөлігі;

$$P_{ki} = 0,9 Q * \left(1 - \frac{\omega_{шт}}{\omega_{пл}}\right) \quad (23)$$

мұнда: ω_{ki} –қадалық істіктердің жүктелу кезіндегі иілгіштігі, мм: қысу тігістері үшін ω_{ki} - 1,5 мм, кеңейту тігістері үшін ω_{ki} - 2 мм;

$\omega_{пл}$ –тақта жиегінің күштің әсерінен есептік иілуі, мм; шағылды және қиыршық тасты негіз үшін $\omega_{пл}$ - 5 мм, цементті-топырақ негіз үшін $\omega_{пл}$ - 3 мм;

A_d –қадалық істіктің бетонға ену орнындағы қысу аумағының ұзындық коэффициенті; қысу тігістері үшін $A_d = 3$, кеңейту тігістері үшін $A_d = 1,5$;

$R_{сж}$ –бетонның қысу кезіндегі орташа беріктігі, МПа: қабылдауға рұқсат етілген $R_{сж} = 8B_{tb}$;

n – төсеу жолағындағы немесе ұзындықтағы l_y қадалық істіктер саны;

K_d – қоркоэффициент 0,75 тең.

7.15 Қадалық істіктер ұзындығы $20d_{ki}$ құрайды, плюс рұқсат етілген, 5 см тең, температуралық қалпақша орнатуға үстеме шама (5 см) және кеңейтілген тігістер үшін, тігіс еніне (3 см).

Бойлық тігістердегі қадалық істіктердің диаметрі, талап етілген арматураның көлденең қимасының F_a (см²/м) ауданынан анықталады:

$$F_a = \frac{0,2 * B * h * \gamma (f - i)}{R_s}, \quad (24)$$

мұнда: f –тақтаның негізбен ұстасу жерінің қажалу коэффициенті $f = 1,5$ қабылданады;

i –көлденең еңіс бірлік үлесі; $i = 0,05$;

R_s –ҚНЖЕ 2.03.01-84* бойынша арматураның есептік қарсыласуы, кгс/см²;

B, h – в см; γ - в т/м³. бойлық тігістердегі тегіс қадалық істіктердің ұзындығы $40d_{шт} + 5$ см тең, мерзімді профильден алынған сабақшалар - $35d_{шт} + 5$ см, қадалық істіктерді қатыруға арналған түйреуіштердің диаметрі 8-10 мм болғанда және оларды қадалық істіктерге айнымайтындай етіп балқытып біріктіргенде - $22d_{шт} + 5$ см.

Бетон төсемдеріндегі тігістерді герметикалық қамтамасыз ету

7.16 Тігістері арматураланбаған, конструкциядағы деформациялылықтың есептік мөлшерін $\epsilon_{тг}$ (%) келесі формула арқылы анықтайды, мұндағы герметик материалы жарылусыз деформацияланады

$$\epsilon_{\text{тг}} = \frac{100 * (\sqrt{(\beta_n + n * \alpha * \Delta T)^2 + \omega^2} - \beta_n)}{\beta_n}, \quad (25)$$

мұнда: $\epsilon_{\text{тг}}$ —салыстырмалы ұзару немесе ең жоғарғы созылу күші болғанда, герметиктің деформациялануы (тігіс ойығының толтырғышы), %;

β_n —тігіс ойығының ені;

n —тігістердің қысу кезіндегі үйлесімсіздігін ескеретін коэффициент және тақтаның өзінен үлкен тақтаға бірігуін; $n = 2$ тақ.; $n = 2$ тақ.; $n = 3$; $n = 4$; $n = 5$ және т.б., тігістерді герметикалау кезінде анықталады;

α —бетонның сызықтық температуралық деформация коэффициенті, ($^{\circ}\text{C}^{-1}$);

ΔT —тақтаның орта қабатының, есептік уақыт мерзімінде, температуралық өзгерістері, $^{\circ}\text{C}$;

ω —есептік дөңгелек күшінің есептік орнында, көлденең тігіс ұзындығына жайғасқанда, жабу тақтасының созылуы; негіздегі тақтаның созылуын есептеу, келесі тәсілдермен: созылу көлемін есеппен анықтау, сондай ақ герметикалау алдында тексеріп сынау арқылы және автокөлікті жүргізіп бақылау арқылы анықтаға болады.

Деформацияланудың $\epsilon_{\text{тг}}$ алынған (талапты) мәнін, материалдың деформациялану шекті шамасымен салыстырады, тігісті герметикалаушы $\epsilon_{\text{пг}}$ жағдайы:

$$\epsilon_{\text{тг}} \leq \epsilon_{\text{пг}} \quad (26)$$

мұнда $\epsilon_{\text{пг}}$, жол орналасқан ауданының қоршаған ортасының ең суық мезгілінің ең суық тәулігіндегі есептік температурасы, ҚР ҚНЖЕ 2.04-01 және ҚР ҚН 2.04-21 сай қабылданған жағдайда, шекті салыстырмалы созылу деформациясына тең болуы керек:

арматураланған сығу тігістері үшін

$$\epsilon_{\text{тг}} = \frac{100 * n * \alpha * \Delta T}{\beta_n}, \quad (27)$$

Цемент-бетон негізі бар асфальт-бетон төсемдерін есептеу

7.17 Цемент-бетон негізі бар жабу қабатының қалыңдығын беріктік жағдайына қарай төмендегіше есептейді:

$$K_{np} \leq \frac{R_N}{\sigma_r + \sigma_t}, \quad (28)$$

мұнда σ_r - формула (8) бойынша есептеледі, мұнда $K_t = 1$ и K_m пайдалану мен бұл коэффициентке қатысты түсініктеме жағдайы арқылы анықталатын (7.9 қосымшадан қараңыз). Мұнда қабат қалыңдығы асфальт- және цемент-бетон қабаттары арасындағы ұстасуының мөлшеріне қарай анықталады.

Кепілдендірілген, уақытына сенімді ұстасу арқасында, иілгіштік кезіндегі қабаттардың біріккен жұмысы ескеріледі, мұндағы есептік, немесе эквиваленттік қабат қалыңдығы:

$$H_0 = h + h_a * \sqrt[3]{\frac{E_a}{E}}, \quad (29)$$

мұндағы: h - цемент-бетоннан жасалған төменгі қабаттың қалыңдығы;

h_a —асфальт-бетоннан жасалған жоғарғы қабаттың қалыңдығы;

E_a —асфальт-бетон серпімділігінің есептік эквивалентті модулі (ҚР ЕЖ 3.03-104 Б қосымшасынан қараңыз).

Егер де, жоғарғы қабат пен төменгі қабаттың ұстасуы немесе жоғарғы қабаттың иілгіштік қызметі кепілдендірілмесе, онда есептік қалыңдықты цемент бетоннан жасалған h төменгі қабаттың қалыңдығына тең етіп қабылдайды, бұл кезде дөңгелек ізінің радиусы жоғарғы қабаттың қалыңдығына ұлғаяды.

Жоғарғы қабатсыз қызмет ету уақытындағы жүктелуінің қайталануын ескере отырып, төменгі қабат жоғарғы қабатсыз 2 айдан артық қызмет етсе, есептеуді бір қабатты төсем арқылы жүргізеді.

Таптап тегістеу технологиясы тәсілімен нығыздауды ескеретін бетон негізін орнату кезінде, тақта ұзындығын 15 м тағайындайды, төсемнің бойлық тігісін ені 9 м және одан көп болған жағдайда ескеріледі. Барлық тігістерді қадалық істіксіз орналастырады.

Бетон негізін тұтқырлы негізде, өндіріс қалдықтары және техногенды өнімі бар бетондар қолдану арқылы таптап тегістеу әдісімен орнатқан кезде, тақта ұзындығын 30 м тең етіп тағайындайды, төсемнің бойлық тігісін ені 9 м және одан көп болған жағдайда ескеріледі.

Цемент-бетон қабатының төменгі қалыңдығының температурасының ауытқуынан болатын күшті σ_t келесі формула арқылы анықтайды:

$$\sigma_t = \frac{\alpha * E * \Delta t_6}{2}, \quad (30)$$

сонымен қатар

$$\Delta t_6 = A_n * e^\theta * (1 - e^\vartheta), \quad (31)$$

мұндағы

$$\theta = -\frac{h\alpha}{\sqrt{2a_{ta}}}, \quad \vartheta = -\frac{h}{\sqrt{2a_{t6}}}$$

A_n —құрылыс ауданына байланысты асфальт-бетон төсемінің жоғарғы бетінің тәулік бойғы температурасының ауытқуы, °C 13 кесте;

**13-кесте – Асфальт-бетон төсемінің жоғарғы бетінің тәулік бойындағы
температурасының ауытқуы, °C**

Жол-климаттық аймақ	Төсем бетінің тәулік бойындағы ауытқу температурасының есептік амплитудасы	
	цемент-бетон Б _п	асфальт-бетон А _п
III	14,0	15,0
IV	15,5	16,5
V	16,5	17,5

ω –температураның тәуліктік ауытқуының бұрыштық жиілігі, рад./сағ: $\omega = 0,26$ рад./сағ;

a_{ta} , a_{tb} – асфальт-бетон мен цемент-бетонның температура өткізгіштік коэффициенттері: $a_{ta} = 0,002 \text{ м}^2/\text{ч}$; $a_{tb} = 0,004 \text{ м}^2/\text{ч}$.

Жүру қарқынының өзгеруіне байланысты және төсемнің жөндеу аралық қызметінің жылдап саналатын болған соң, конструктивті қабаттың қалыңдығының есебін, кезең бойынша өткізген жөн. Әр мезгіл ішінде жол төсемі қабылданған беріктікке сай қызмет атқарады. Негіз қабатының қалыңдығы мен асфальт-бетон қабатының қалыңдығын, сынау жолымен бетон беріктігінің сыныбын анықтап, пайдалану кезінде жол төсемінің беріктік коэффициентінің өзгеруін көрсететін сызба тұрғызады. Абсцисс осы бойынша пайдалану мерзімін және оған сәйкестендірілген есептік күштің қарқынын орнатады. Ординат осы бойынша – беріктік коэффициентін орнатады. Сызба арқылы, негіз қабатының түрлі қалыңдықтары мен бетонның түрлі сыныптарын қабылдап, төсем қабатын өсіру арқылы жол қабатын пайдалану мерзімі шегіне қарай, беріктіктері әр түрлі конструкцияларды алуға болады, содай-ақ техникалық-экономикалық тексеру жолымен төменгі бағадағы конструкцияны таңдауға болады.

7.18 Жабудың жоғарғы қабатының қалыңдығын тексеру, жұмыс жағдайына қарай, есептік күштің беріктікке ықпалынан, асфальт-бетонның созылуын көрсететін көлденең бағыттағы призмада жоғары енімен $2R$, төменгі ені $(2R+2h_a)$ және биіктігі h_a арқылы келесі формула бойынша анықталады:

$$R_d * K_{ya} \geq \frac{\mu_a [Q - \pi * C_a * (R + h_a)^2]}{h_a * (2R + h_a)}, \quad (32)$$

мұнда R_d –иілу кезіндегі асфальт-бетонның созылуға қарсыласуы (ҚР ЕЖ 3.03-104 қосымшасынан қараңыз);

K_{ya} –шаршау коэффициенті (тәулік бойғы күштің қайта-қайта түсуін ескереді) ҚР ЕЖ 3-03-104 - ның (16) формуласы бойынша есептеледі;

μ_a – асфальт-бетонға арналған Пуассон коэффициенті;

C_a –асфальт-бетон және цемент-бетон қабаттары арасындағы тұтасу, асфальт-бетон қабатының ішіндегі тұтасуынан аспайтын болу керек (рұқсат етілген жылжу күші). Кепілдендірілген тұтасу болмағанда $C_a = 0$ қабылданады.

Асфальт-бетон төсемдеріндегі жарықтың дамуын тежеу іс-шаралары

7.19 Бетонның жарыққа төзімділігін арттырумен, негізіндегі жабуларда кездейсоқ жарықтардың жалпы санын азайту үшін, арматураланған тігістер мен қысу тігістерін алмастырып қолдануға жол беріледі.

Бетон негізін орналастыру кезінде, қадалық істіктерді: қысу тігістерінде тегіс профильдерді және периодты профильдерді әр-бір 3 келесі тігістерде (қысу тігісінен кейін) қолданылады. Әрі қарай кезектестіру қайталанады. Бұдан әрі, бетон негізінің барлық тігістерін кеседі; асфальт-бетон жабуын орналастырады. Жабудағы тігістерді кеседі, және көлденең тігістерді қысу тігістерінің үстінде ғана кеседі.

Басқа технологиялық сызба бойынша, тігістерді орналастыру мен арматуралау осылай ескерілуі мүмкін, бірақ жарықтың пайда болу бағыты мақсатында, тігістер ауданында (төменгі бөлікте қабат биіктігімен) үш-бұрышты қималы ағаш төсемін алдынала қондыру қарастырылады (биіктігі 5-6 см). Бұл жағдайда, тігістерді кесу қысу тігістерінде ғана болады. Жабуды орналастырып болғаннан кейін де, тігістерді кесу, тек қысу тігістерінде ғана болады.

Осындай шара, жабудағы тігіс арасында жарықтың пайда болуын баяулатуға мүмкіндік береді (20 м дейінгі жер телімдерінде). Арматураланған тігістердегі арматура саны төменде көрсетілген жағдайға қарай анықталады:

$$\frac{F_{a(ш.с)}}{F_b} \leq \mu_s < \frac{R_{bt,ser}}{R_{s,ser} - m * R_{bt,ser}}, \quad (33)$$

мұнда $F_{a(ш.с)}$ - қысу тігістеріндегі қадалық істіктердің қиылу ауданы;

F_b - бетон қабатының көлденең қиылу ауданы; $F_b = B.h$;

μ_s – киманы арматуралау дәрежесі;

$R_{bt,ser}$ - бетонның қату кезіндегі, осьтік созылуға бетонның есептік қарсыласуы мен бетондық негіздің тақталарға бөлінуі (тігістердің іске қосылуы);

$R_{s,ser}$ – арматураның есептік қарсыласуы (сынып А-II);

m – арматураның E_s мен бетонның E_b сәйкестендірілген серпімділік модульдарының қатынасы.

Төселетін топырақтың қозғалғыштық және аз-байланысқан конструктивті қабаттар шарттары бойынша негіздің есебі

7.20 Жол төсемін, уақытша, немесе ұзақ уақыт түсетін күш әсерінен, төселетін топырақтағы, немесе аз-байланысқан (құмды) қабаттарда, қызмет ету мерзімінің бар уақытында, жарамайтын қалдық деформациялардың жиналмасын деген есеп бойынша жобалайды. Егер де, жер төсемінің фунтында және аз-байланысқан (құмды) қабатында, төмендегі жағдай орындалған болса конструкциядағы жарамайтын шөгу деформациялары жиналмайды:

$$K_{np} \leq \frac{T_{дон}}{T_p}, \quad (34)$$

14-кесте - Бетонның түрлі сыныбындағы есептік серпімділік модулы

Бетонның иілу кезіндегі созылу сыныбы		B_{tb} 4,4	B_{tb} 4,0	B_{tb} 3,6	B_{tb} 3,2	B_{tb} 2,8	B_{tb} 2,4	B_{tb} 2,0	B_{tb} 1,6	B_{tb} 1,8	B_{tb} 0,8
$E_{есепті}$, МПа	Ауыр бетон	1770	1650	1600	1520	1420	1310	1150	930	780	650
	Ұсақ түйірлі бетон	1400	1300	1250	1150	1100	1000	850	700	600	500

мұнда: $T_{доп}$ - топырақтағы мүмкін болатын шөгу күші, МПа;

T_p - әрекеттегі күштен топырақтағы есептік белсенді шөгу күші, МПа.

Есептеуге қажетті мағлұматтар ҚР ҚЕ 3.03-104 «ұсынылған».

Жол конструкциясының суыққа төзімділігі мен дренаждық қабілеттілігін тексеру

*7.21 Көп қабатты жол конструкциялардағы ығысуларды, кернеулерді және деформацияларды оларды жеңілдетілген есептік схемаларына келтірмей, талдау және сандық шешімдер нәтижелері бойынша, сондай-ақ жол төсемесінің барлық конструктивтік қабаттарының ортақ есебін жүзеге асыратын қолданбалы бағдарламалар топтамасының көмегімен анықтауға жол беріледі (*Өзгерт.ред. – ҚТҮКШК 14.06.2019 ж. №96-НҚ бұйрық*).

*7.22 Негіздің суықтан қорғаушы қабаттарын есептеу дөңес беттің жалпы көтерілуінен мынадай рұқсат етілген мәніне сүйеніп жүргізіледі:

- бірінші есептік схема бойынша пайдалану кезінде цементбетон жабындары үшін – 3 см;

- екінші есептік схема бойынша пайдалану кезінде цементбетон жабындары үшін – 4 см.

Конструкцияны мынадай шарттар орындалған жағдайда суыққа төзімді деп есептейді:

$$l_{пуч} \leq l_{доп} \quad (35)$$

мұнда $l_{пуч}$ – жер төсемесі топырағының есептік (болжалды) ісінуі;

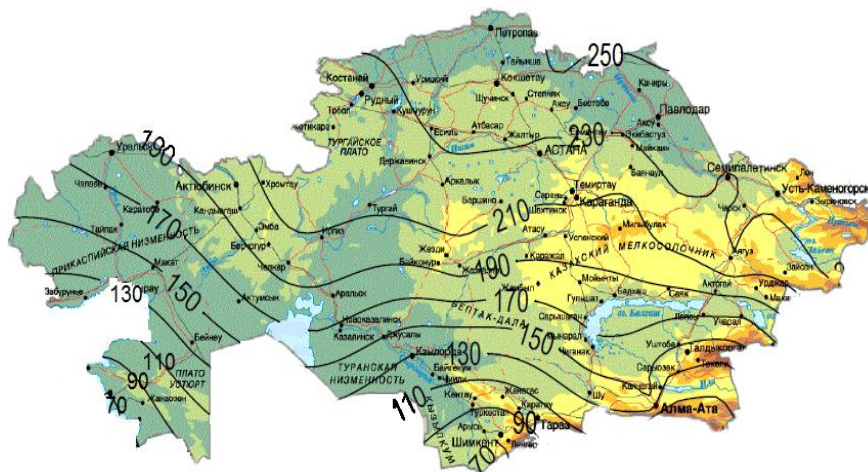
$l_{доп}$ – топырақ ісінуінің осы конструкциясы үшін рұқсат етілетін.

Ерекше учаскелер немесе жолдың ерекше учаскелер тобы үшін суыққа төзімділігін жол төсемесінің бірдей конструкцияларындағы топырақты гидрологиялық ұқсас шарттар және жер төсемесінің жұмыс қабатын ылғалдандыру схемасы бойынша есептеуге жол беріледі.

Суыққа төзімділікті алдын ала тексеру «Қатқыл типті жол төсемелерін жобалау» ҚР ЕЖ-нің «Конструкцияны суыққа төзімділігін есептеу» деген 6-тарауы бойынша орындалады. Тондандыру тереңдігінің есептік мағынасы Z және қыстың алдындағы жерасты

суы деңгейі арақашықтығының есептік мәнін белгілеу кезінде жер төсемесі топырағының тоңу тереңдігінің картасын қолдануға рұқсат етіледі (6-сурет), сондай-ақ, Z түзетулері ескерілмейді.

Сондай-ақ, тоңдану тереңдігінің есептік мағынасын Z өңірдің климат жағдайларын ескеріп, көп қабатты ортадағы жылу өткізгіштіктің есептерін (талдау және сандық, мысалы үшін соңғы элементтер әдісі) шешу бойынша белгілеуге жол беріледі.



6-сурет. Жер төсемесі топырағының тоңу тереңдігінің картасы

(Толықтырылды – ҚТҮКШК 14.06.2019 ж. №96-НҚ бұйрық)

А ҚОСЫМША

(міндетті)

Цемент-бетонның нормативтік және есептік ерекшеліктері

1.1 Жолға арналған цемент-бетонның (ары қарай «бетон») нормативтік ерекшелігіне: иу кезіндегі созылу мен қысу беріктік сыныбы; серпімділік модулі; суыққа төзімділік маркасы; сызықтық температуралық деформация коэффициенті; көлденең деформация коэффициенті (Пуассон коэффициенті) жатады.

1.2 Нормативтік беріктік пен бетонның суыққа төзімділігі жобаларда белгіленеді және жол төсемінің конструктивтік қабатының тағайындалуына байланысты қабылдануы тиіс.

1.3 Монолитті цемент-бетон жабуларының құрылысы мен негізінің классификациясы МЕМСТ 25192 бойынша, ауыр және ұсақ түйірлі бетондар қолдану қажет. Бетон, МЕМСТ 26633 талаптарына және осы нормаларға жауап беруі керек. Бетонды даярлау кезінде, ҚР ЖТ 781 сай тұтқырларды, шламды тұтқырлар ҚР ТТ 7100 39115423 КАДиСИК 169-2004, сондай ақ, қолданыстағы нормативтік-техникалық құжаттарға сай, күлді тұтқырларды пайдалануға жол беріледі.

1.4 Бетонның беріктігі бойынша сыныбын А.1 кестесіне сай қабылдаған жөн, МЕМСТ 10180.

1.5 Бетонның серпімділік модулінің бастапқы мағынасын бетонның иу кезіндегі созылуына байланысты А.2 кестеге сай қабылдайды. Егер де, есептік ерекшелігі бетонның қысуы болса, серпімділік модулінің мәнін ҚР ҚНЖЕ 5.03-34 18 кестесіне сай, дәстүрлі емес жолмен даярланған бетондарды қоспағанда, олардың есептік ерекшеліктері осы қосымшаның А.3-А.5 кестелеріне сай қабылданады.

1.6 Сызықтық температуралық деформацияның коэффициенті α_{tb} температураның, минус 40 °С тан плюс 50°С дейін, өзгерген жағдайында ауыр және ұсақ түйірлі бетон үшін $1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ тең болып қабылданады.

1.7 Бетонның көлденең деформациясының бастапқы коэффициенті μ (Пуассон коэффициенті) ауыр және ұсақ түйірлі бетон үшін 0,2 тең болып қабылданады.

1.8 Суыққа төзімділік жағынан бетон маркасы А6 кестесіне сай қабылданады.

А.1-кестесі – Бетонның беріктік сыныбы

Жол төсемінің конструктивті қабаты	Автомобиль жолының санаты	Есептік күштің қарқыны, бір./тәу.	Беріктік жағынан төменгі сыныбы	
			Ию кезіндегі созылу B_{tb}	Қысу B
Монолитті бір қабатты төсем немесе екі қабатты төсемнің жоғарғы қабаты	I	2000 жоғары	4,4	35
	II, III	1000 нан 2000 дейін	4,0	30
	IV	1000 төмен	3,6	25
Монолитті төсемнің төменгі қабаты	I-II	1000 жоғары	3,2	-
	III-IV	1000 кем	2,8	-
Төсем атындағы монолитті негіз: цемент-бетон және асфальт-бетон	I-IV	Кез келген	0,8	-

А.1-кестесі – Бетонның беріктік сыныбы(жалғасы)

Жол төсемінің конструктивті қабаты	Автомобиль жолының категориясы	Есептік күштің қарқыны, бір./тәу.	Беріктік жағынан ең төменгі сыныбы	
			Ию кезіндегі созылу Btb	Қысу В
Монолитті төсемнің төменгі қабаты	I-II	1000 жоғары	3,2	-
	III-IV	1000 кем	2,8	-
Төсем атындағы монолитті негіз: цемент-бетон және асфальт-бетон	I-IV	Кез келген	0,8	-
Бетоннан жасалған құрама төсем (негіз): әлсіз арматураланған, темір-бетон және алдын-ала күшейтілген темір-бетон тақта	I-IV	Кез келген	3,6	25
<p>Ескертпелер</p> <p>1.1 Санатты автомобиль жолдарының сәйкестендірілген техникалық-экономикалық негізі болған жағдайда бір қабатты және екі қабатты монолитті төсемдерінің жоғарғы қабаты үшін II және III санатты жолдарына арналған бетонды қолдануға жол берілед.</p> <p>2 Бетонның сығу беріктігінің сыныбын тек темір-бетон және алдын ала күшейтілген темір-бетон төсемдері үшін қолданған жөн, қысу беріктігі бұл жерде есептік ерекшелік болып табылады.</p> <p>3 Бетонның беріктік сыныбы жасына қарай егер жобамен ешқандай жас қарастырылмаса қалыпты қату жағдайында жасы 28 тәулік МЕМСТ 10180 және МЕМСТ 18105 сай орнатылады.</p> <p>4 Екі қабатты дегеніміз – жоғарғы және төменгі қабатты қоса, бір уақытта жоғарғы және төменгі қабаттарды нығыздап орнатылатын (өсіру әдісі) монолитті төсем деп түсінген жөн. Жоғарғы қабаттың қалыңдығы 6 см-ден кем болмауы тиіс.</p>				

А.2-кестесі – Бетонның серпімділік модулінің мағынасы.

Бетонның иілу кезіндегі созылу беріктігінің сыныбы Btb	Бетонның бастапқы серпімділік модулі Еб Мпа,	
	ауыр	Ұсақ түйірлі
6,4	39000	-
6,0	38500	-
5,6	38000	-
5,2	37500	-
4,8	36500	30000
4,4	36000	28000
4,0	33000	26500
3,6	32000	25500
3,2	30000	24000
2,8	28000	22500
2,4	26000	20500
2,0	23000	17000
1,6	19000	14000
1,2	16000	12000
0,8	13000	10000

А.3-кестесі – Шлақты тұтқырлармен дайындалған бетонның есептік ерекшеліктері.

Бетонның иілу кезіндегі созылу беріктігінің сыныбы B_{tb}	Бетонның бастапқы серпімділік модулі E_0 Мпа	
	Ауыр	Ұсақ түйірлі
4,4	30000	26000
3,6	35000	29000
3,6	24000	20000
2,8	28000	24000
2,4	16000	13500
2,0	22000	18000

А.4-кестесі – Күлді тұтқырлармен дайындалған бетонның есептік ерекшеліктері

Бетонның иілу кезіндегі созылу беріктігінің сыныбы B_{tb}	Бетонның бастапқы серпімділік модулі E_0 Мпа	
	Ауыр	Ұсақ түйірлі
3,2	17000	-
2,8	15000	-
2,4	12000	-
1,6	8000	-

А.5-кестесі – Шлақты тұтқырлармен дайындалған бетонның есептік ерекшеліктері

Бетонның иілу кезіндегі созылу беріктігінің сыныбы B_{tb}	Бетонның бастапқы серпімділік модулі E_0 Мпа	
	Ауыр	Ұсақ түйірлі
3,2	21000	-
2,4	14000	-
1,6	12000	-

А.6-кестесі – Суыққа төзімділік жағынан бетонның ең төменгі жобалық маркалары

Жол төсемінің конструктивті қабаты	Аудандардың едәуір суық айының орташа айлық температурасына арналған суыққа төзімділік жағынан бетонның төменгі жобалық маркалары (F), °C		
	0 ден минус 5 дейін	минус 5 тен минус 15 дейін	минус 15 төмен
Бір қабатты төсем немесе екі қабатты төсемнің жоғарғы қабаты	100	150	200
Екі қабатты төсемнің төменгі қабаты	50	50	100
Негіз	50	50	50
Ескертпелер 1 Суыққа төзімділік жағынан бетон маркасы МЕМСТ 10060.0 сай орнатылады. 2 Құрылыс ауданының едәуір суық айының орташа айлық температурасы ҚР ҚНЖЕ 2.04-01; ҚР ҚН 2.04-21 сай анықталады.			

Б ҚОСЫМШАСЫ

(ақпараттық)

МЫСАЛ 1

Жолдың техникалық категориясы 1 цемент-бетоннан жабулы жол төсемін жобалауда талап етіледі.

Бастапқы мағлұмат:

-бір бағытта жүретін жүру жолының ені – 3,75х2 м;
 -жер төсемінің ені (жолдың шетін ескере отырып) – 27.5 м;
 -жүру жолақтарының саны – 4;
 - төсемнің есептік қызмет мерзімі – 25 жыл;
 - A_2 жол төсеміне түсетін есептік күш;
 - есептік автомобильдің дөңгелегінен жабу үстіне түсетін статистикалық күш– $Q=65$ кН;

- шинадағы ауа қысымы - $p=0,6$ МПа;
 - дөңгелек ізінің есептік диаметрі: қозғалыс үстіндегі $D=42$; қозғалмаған $D=37$ см;
 - жүру қарқынының өсуінің жыл сайынғы көрсеткіші $q=1,06$;
 - жолдық-климаттық аймақ – IV;
 - жұмыс қабатын ылғалдандыру сызбасы – 1;
 - жер төсеуінің топырағы – жеңіл шаңды балшық;
 - тоң тереңдігі– 2,0 м;
 - жер асты су орнының тереңдігі – 1,8 м;
 - төсем материалы - Вtb 4,4сыныпты бетон;
 - негіз материалы – 7% цементпен бекітілген құмды-қиыршық тасты қоспа, $E_{щпс} = 600$ МПа;
 - төменгі қабат – тиімді-іріктелген қиыршық тасты қоспа C4, $E_{щс} = 230$ МПа;
 - беріктікті талап ететін деңгей 0,95, беріктік коэффициенті 1,0.

1. Транспорт ағынының құрамына қарай A_2 (13т) есептік күшке келтірілген жүру қарқыны Б.1 кестесінде ұсынылған.

Б.1-кестесі –Есептік жүк көлігіне келтірілген жүру қарқынының есебі

Транспорт көлігінің санаты	2013 жылдағы жүру қарқыны, авт/тәу (N)	Есептік күшке келтірілетін коэффициенттер S_m сум	Есептік жүк көлігіне келтірілген жүру қарқыны
Жеңіл және микроавтобус	8264	0	0
Сиымдылығы орташа автобустар	45	0,011	0,5
Сиымдылығы үлкен автобустар	82	0,23	18,77
Жүк көтерілімділігі 2 т дейін кіші жүк автомобильдері	205	0,002	0,410

Б.1-кестесі – Есептеуге қажетті бастапқы мағлұматтар (жалғасы)

Жүк көтерілімділігі 2-5 т дейін қос білікті жүк автомобильдері	306	0,06	18,36
Жүк көтерілімділігі 5-10 т дейін қос білікті жүк автомобильдері	213	0,46	97,98
Жүк көтерілімділігі 5-10 т дейін үш білікті жүк автомобильдері	407	0,17	69,19
Жүк көтерілімділігі 10-20 т дейін үш білікті жүк автомобильдері	303	2,67	809,01
Тіркемесі бар қос білікті жүк автомобильдері (11-11)	95	0,89	84,55
Тіркемесі бар үш білікті жүк автомобильдері (11-11)	75	0,89	66,75
Жартылай тіркемесі бар қос білікті ұзартылған жүк тартқыштар (111)	50	0,61	30,5
Жартылай тіркемесі бар қос білікті ұзартылған жүк тартқыштар (112)	51	2,55	130,05
Жартылай тіркемесі бар қос білікті ұзартылған жүк тартқыштар (113)	23	4,73	108,79
Тіркемесі бар үш білікті жүк автомобильдері (12-11)	258	3,3	851,4
Тіркемесі бар үш білікті жүк автомобильдері(12-12)	81	3,3	267,3
Жартылай тіркемесі бар үш білікті ұзартылған жүк тартқыштар (122)	116	3,9	452,4
Жартылай тіркемесі бар үш білікті ұзартылған жүк тартқыштар (123)	92	6,08	559,36
Тіркемесі бар жеңіл тракторлар	29	0,006	0
Тіркемесі бар ауыр тракторлар	30	0,01	0,3
Барлығы:	10 725		3 566

2. Жолдың соңғы қызмет жылындағы келтірілген автомобиль транспорттарының жүру қарқынының N_p шамасын, жүру жолақ санын ескере отырып, келтірілген есептік күшін формула (2) бойынша анықтайды:

$$N_p = f_{nol} \sum_{m=1}^n N_m S_{m, сум} = 0,35 * 3566 = 1248 \text{ авт/тәу}$$

Есептік күштің қортынды есептік жалпы саны A_2 (13т) (3) формула арқылы

есептеледі:

$$\sum N_p = n_p N_p \frac{q^T - 1}{q - 1} = 365 * 1248 * \frac{1,06^{25} - 1}{1,06 - 1} = 18\,970\,544$$

Талап етілген сенімділік деңгейі мен сәйкестендірілген беріктік коэффициенті ҚР ҚН 3.03-104 8 кестесі бойынша анықталады.

- есептік күшке (1248 авт/тәу) келтірілген есептелген жүру қарқыны үшін, сенімділік деңгейі - 0,95, беріктік коэффициенті - $K_{пр} = 1,00$.

3. Жұмыс қабатының жерінің есептік ылғалдылығын ҚР ҚН 3.03-104 В қосымшасындағы (В.1) формуласы бойынша анықталады.

$$w_p = \bar{w} \times (1 + 0,1t) = 0,60 * (1 + 0,1 * 1,71) = 0,70$$

4. ҚР ЕЖ 3.03-104 В қосымшасының В.3 кестесіне сай жеңіл шаңы бар балшық үшін келесі есептік ерекшеліктері, алынған жердің ылғалдылық ерекшелігінің мағынасына сай анықталынады және табылған мағыналарды Б.2 кестесіне енгізіледі.

ҚР ЕЖ 3.03-104 4.2 бөліміне сай, алдын-ала жол жабығының төсемінің конструкциясын Б.2 кестесінде ұсынылған есептік параметрлердің мағынасына сай тағайындайды.

ҚР ЕЖ 3.03-104 6 бөліміне сәйкес конструктивті қабаттың санын және Б.2 кестесінде ұсынылған қалыңдығы мен негізгі ерекшеліктерін тағайындайды.

Негізгі ерекшеліктер Б.2.кестесінде көрсетілген.

Б.2-кестесі - Есептеу үшін бастапқы мәліметтер.

Материал атауы	Қабат Н, см	Е МПа, Есеп барысында		Жылжу мен иу кезіндегі созылу есебі			
		Мүмкін болатын созылмалы бүгілу	Жылжуға орнықтылық бойынша	Е, МПа	\bar{R}_y , МПа	φ°	С, МПа
Цемент-бетонды төсем	25	36000	-	-	-	-	-
Цементпен нығайтылған ҚҚҚ 7%	20	600	600	600	0,8	-	-
Қиыршық тасты-құмды қоспа С4	35	250	250	250	-	-	-
ҚГҚ	30	180	180	180	-	45	0,02
Жеңіл шаңы бар балшық	-	46	-	-	-	18	0,016

5. Мүмкін болатын бүгілуді есептеуді, төселетін жерден бастап, әр қабат сайын төменнен жоғарыға қарай, номограмманы пайдалану арқылы жүргіземіз (ҚР ЕЖ 3.03-104 4 сурет). Есеп нәтижесі Б.3 кестесінде жинақталған.

Б.3 кестесі – Созылмалы бүгілу бойынша жол төсемін есептеу.

Материал атауы	Серпімділік модулі, Е Мпа	Н, қабаты см	h/D	E_n/E_c	$E_{жалпы}/E_c$	$E_{жалпы}$, Мпа
Цемент-бетонды төсем	36000	25	-	-	-	-
Цементпен нығайтылған ҚҚҚ 7%	600	20	0,476	0,242	0,43	258
Қиыршық тасты-құмды қоспа С4	250	35	0,833	0,36	0,58	145
ҚГҚ	180	30	0,714	0,256	0,5	90
Жеңіл шаңы бар балшық	46					

6. Бетонның есептік беріктігін (6) формула бойынша анықтаймыз,

мұндағы $\sum N_p = 24\,991\,883$:

$$K_y = 1,08 * (\sum N_p)^{-0,063} = 1,08 * 0,345 = 0,376$$

7. Бетонның ию кезіндегі созылуының есептік қарсыласуын (5) формула бойынша анықтайды, мұндағы $K_y = 0,37$:

$$R_N = B_{tb} * K_{н.п.} * K_y * K_F = 4,4 * 1,2 * 0,37 * 0,95 = 1,86$$

8. Төсем қалыңдығын анықтаймыз.

а) ҚР ЕЖ 3.03-104 А қосымшасының (А.3) формуласы бойынша есептік күшті анықтаймыз:

$$Q_{\partial n} = K_{\partial ин} \cdot Q_n = 1,3 * 65 = 84,5 \text{ кН}$$

б) Дөңгелек ізін (.9) формуласы бойынша анықтаймыз, мұнда $p=0,6$:

$$R = \sqrt{\frac{Q}{(0,1 * \pi * p)}}, \text{ см} = 21,178 \text{ см}$$

в) h бірнеше мәні үшін L_y , K_t , Q_r , K_y анықтаймыз және көрсетілген шамалар мағынасын Б.4 кестесіне келтіреміз:

l_y – тақтаның созылғыштық ерекшелігін (10) формуласы бойынша анықтаймыз, қараңыз, $E_0^3 = 252$:

$$l_y = h^3 \sqrt{E(1 - \mu_0^2) / 6E_0^3(1 - \mu^2)}$$

мұнда E және μ – міндетті А қосымшасындағы т.1.7 сай анықталып, 0,2 тең етіп қабылданатын бетонның созылғыштық модулі мен Пуассон коэффициенті;

μ_0 – негіздің Пуассон коэффициенті, 0,3 тең етіп қабылданады;

E_0^3 – негіздің серпімділік эквивалентті модулі, $E_0^3 = 246$ тең етіп қабылданады.

8 кестесі бойынша K_t әр-бір қабат қалыңдығы үшін анықтаймыз, мағынасын Б.4 кестесіне енгіземіз.

(8) формула бойынша, қабат материалындағы есептік ең үлкен созылмалы күшті анықтаймыз, Q_r , МПа:

$$\sigma_r = \frac{Q * K_M * 60 * K_{усл} * K_{шт}}{h^2 * K_t} * \left(0,0592 - 0,21371lg \frac{R}{l_y} \right)$$

мұнда Q – есептік күш, кН;

K_M - күш орналасқан жердің әсерін есептейтін коэффициент; арматураланбаған төсемде $K_M = 1,5$;

$K_{усл}$ - жұмыс жағдайын есептейтін коэффициент; $K_{жағ} = 0,66$;

$K_{шт}$ –тақта мен негіздің түйісу жағдайына, қадалық істіктердің қосылу әсерін есептейтін коэффициент; көлденең тігістерде қадалық істіктер бар болғанда $K_{кі} = 1$;

h – тақта қалыңдығы;

K_t – 11 кестеге сай анықталатын тақтаның температурадан бүрісу әсерін есептейтін коэффициент.

R – дөңгелек ізінің радиусы;

l_y – тақтаның созылғыштық ерекшелігі, см;

K_y мағынасын (13) формуласы бойынша анықтаймыз:

$$K_y = \frac{Q_r * K_{nn}}{Btb * K_{nn} * K_f}, \quad (6.13)$$

Б.4-кестесі – L_y , K_t , Q_r , K_y шамалар мағынасы.

№ жол төсемінің конструктивті қабаты үшін	Мағынасы h , см	l_y , см	K_t	Q_r	K_y
h1	20	56,976	0,84	2,256	0,427
h2	22	62,674	0,78	2,126	0,403
h3	24	68,371	0,71	2,062	0,390
h4	25	71,220	0,68	2,028	0,384
h5	26	74,069	0,65	2,004	0,379
h6	27	76,918	0,62	1,987	0,376
h7	28	79,766	0,59	1,978	0,375
h8	29	82,615	0,56	1,977	0,374

Цемент-бетон төсемінің қалыңдығының бірнеше мәндері үшін тәуелділік сызбасын жасаймыз $K_y = f(h)$, бұның көмегімен $h=27$ см мағынасына талап етілген $K_y = 0,376$ табамыз.

Бетонның беріктігі мен сенімділігін тексеру (4) формула бойынша жүргізіледі:

$$K_{np} \leq \frac{R_N}{\sigma_r},$$

$$K_{np}=1,0, \text{ онда } 1,0 \leq 1,9/1,9$$

Бетонның созылу кезіндегі иілу беріктігінің шарты орындалды.

Жер төсемі топырағындағы қозғалу есебі

12 кесте бойынша ауыр бетон үшін $E_{сеп} = 1770$ МПа

Есептеу 4.2.11- 4.2.16 т.т. сай жүргізіледі.

$$E_{op} = (25 \cdot 1770 + 20 \cdot 600 + 35 \cdot 250 + 30 \cdot 180) / 110 = 640$$

$$E_{op} / E_{гр} = 640 / 46 = 13,9, \quad h/D = 110 / 42 = 2,62$$

Мұнда $\varphi_{гр} = 18^\circ$, ҚР ЕЖ 3.03-104 2-суретте көрсетілген, номограмма көмегімен екі қабатты жүйенің төменгі қабатында, уақытша күш түсуден болатын үлестік күшті табамыз.

$$\tau_n = 0,006 \text{ МПа}$$

ҚР ЕЖ 3.03-104 4 суретте көрсетілген номограмма көмегімен жол төсемінің жалпы қалыңдығынан түсетін, үлестік күшті табамыз.

$$\tau_d = -0,001$$

Топырақтағы қозғалудың есептік белсенді күші ҚР ЕЖ 3.03-104 (10) формуласы бойынша анықталады:

$$T_p = \bar{\tau}_n P + \tau_d = 0,006 \cdot 0,6 - 0,001 = 0,0026 \text{ МПа}$$

мұнда τ_d —жол төсемінің салмағынан түсетін күш, номограмма арқылы табылады (2 сурет),

$\bar{\tau}_n$ -жеке-дара күштен түсетін белсенді үлесті қозғалу күші, номограмма көмегімен анықталады (ҚР ЕЖ 3.03-104 2 сурет);

p —дөңгелектің төсемге түсетін есептік қысымы МПа, $p = 0,06$ қабылданады.

$\bar{\tau}_n$ номограмма көмегімен анықтау кезінде (ҚР ЕЖ 3.03-104 3, 4 сурет), φ топырақ шамасын, ҚР ЕЖ 3.03-104 В қосымшасындағы В.3 кестесі бойынша, аз байланысқан қабаттар үшін, φ шамасын ҚР ЕЖ 3.03-104 Б қосымшасындағы Б.9 кестесі бойынша қабылдайды.

Рұқсат етілген топырақ қозғалу күшін ҚР ЕЖ 3.03-104 бойынша анықтайды:

$$T_{дон} = c_{гр} k_1 k_2 k_3 = 0,016 \cdot 0,6 \cdot 0,64 \cdot 1,5 = 0,0086 \text{ МПа}$$

мұндағы $c_{гр}$ —жол төсеуінің белсенді аймағындағы топырағымен есептік мерзімдегі тұтасуы (В қосымшасындағы В.3 кестесі), МПа;

k_1 —агрессивті қозғалғыш күш әсерінен, топырақтың қозғалғыштыққа қарсыласуының төмендеуін ескеретін коэффициент, тербелісін және т.б. (уақытша күш әсерін есептеуде $k_1 = 0,6$; аз қайталанатын күштің ұзақ уақыт әсер етуінен $k_1 = 0,9$ қабылдайды;

k_2 —конструкция жұмысының бір текті емес жағдайындағы қор коэффициенті, қолайсыз табиғат ерекшеліктерін, технологиялық және басқа да себептерді ескермегендікпен байланысты (бұл факторлар автотранспорт қозғалысының қарқыны жоғарылаған сайын білінеді, k_2 коэффициенті 5 суреттегі сызба бойынша, есептік келтірілген қарқыны N_t , ҚР ЕЖ 3.03-104 (12) формуласына сай есептеледі:

$$N_t = 1248 * 1,06^{25-1} = 5053; \quad K_2 = 0,52$$

k_3 —салмақ түсетін негіздің төменгі қабатымен құмды қабатының шекарасындағы конструкциядағы топырақ қызметінің ерекшелігін ескеретін коэффициент. k_3 мағынасын топырақ ерекшелігін ескере отырып, 6,0 тең етіп қабылдаймыз.

Топырақтағы белсенді жылжу күші, ҚР ЕЖ 3.03-104 11 формуласына сай есептеледі

$$T_{дон} = c_{ep} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 0,016 * 0,6 * 0,52 * 1,5 = 0,0075$$

Жылжу белгісі шартының орындалуын, ҚР ЕЖ 3.03-104 2 формуласы бойынша тексереміз

$$T_{дон}/T_p = 0,0086/0,0075 = 1,15$$

$$K_{np} \leq \frac{T_{дон}}{T_p}$$

$$1 \leq 1,15$$

Демек, конструкция негіздің құмды қабатындағы жылжу кезіндегі беріктік шартын қанағаттандырады.

Конструкцияны суыққа төзімділік бойынша есептеу.

Жер төсеуінің топырағы (жеңіл шаңы бар балшық) ҚР ЕЖ 3.03-104 (8-кесте) бойынша аса иірімді болып табылады.

Суыққа төзімділік шарты - $l_{пуч} \leq l_{доп}$

$l_{доп} = 4$, ҚР ЕЖ 3.03-104 6 кестесіне сай.

Қосымша шарттар:

қалыңдығы $Z_1 = 110$ см, жер асты су орнының тереңдігі жер бетінен $H = 180$ см болатын жол төсемдері үшін, есеп жүргізеді.

а) Гидрометеокызмет мағлұматтарына сүйене, орташа тоң тереңдігін Астана қ. жағдайында $Z = 200$ см табамыз және жол конструкциясының қату тереңдігін анықтаймыз:

$$Z = 200 + 77 = 277 \text{ см,}$$

мұнда 77 см - жолдың қату тереңдігін түзетуі, ҚР ЕЖ 3.03-104 сай анықталады.

б) Номограмма бойынша 277 см қату тереңдігі (ҚР ЕЖ 3.03-104 8 сурет) иірімді топырақ (ауыр балшық) жол төсемінің қалыңдығы 110 см, аяздың иірімінің мөлшерін, орташаланған жағдай үшін, анықтаймыз:

$$Z_1/Z = 110/277 = 0,4; \quad Z/H = 0,8. \quad (\text{ҚР ЕЖ 3.03-104-2014 8 сурет}) \quad l_{пуч} \times \alpha_0 / B \times Z = 0,48;$$

мұндағы α_0 карта бойынша анықтаймыз (9 сурет) - 210 см; $B = 3,0$ (8-кесте бойынша) - жеңіл шаңы бар балшық үшін $Z = 277$; $l_{пуч(ср)} = B \times Z / \alpha_0 = 3,95$ см, рұқсат етілгеннен аз, 4 см тең (6-кестеге сай).

Суыққа төзімділік шарты орындалады: $l_{пуч} \leq l_{доп} \quad 3,95 \leq 4$

ӘӨЖ 625.731.7

МСЖ 93.080.01, 93.080.10, 93.080.20

Негізгі сөздер: автомобиль жолдары, қатты жол төсемінің конструкциясы, төсем, бойлық және көлденең тігіс (сығу мен кеңейтілген), негіз, есепті автомобиль күші

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	IV
1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	1
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	1
3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	2
4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	2
5 КОНСТРУИРОВАНИЕ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД	3
5.1 Основные принципы конструирования	3
5.2 Конструкция монолитных цементобетонных покрытий	4
5.3 Конструкция асфальтобетонных покрытий с цементобетонным основанием	8
5.4 Конструкция колеиных покрытий.....	9
5.5 Конструкция дорожных одежд со сборными покрытиями.....	10
6 УСТРОЙСТВ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКТОВ ДОРОЖНЫХ МАШИН.....	10
6.1 Требования к бетону.....	10
6.2 Конструктивные и технологические особенности устройства дорожного покрытия из бетона, укладываемого по безопалубочной технологии.....	13
6.3 Устройство швов.....	14
6.4 Приемка бетона.....	17
7 НОРМЫ РАСЧЕТА ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД	19
Расчетные параметры подвижной нагрузки	19
Расчет монолитных цементобетонных покрытий.....	21
Расчет параметров конструкций и элементов деформационных швов	24
Обеспечение герметизации швов бетонных покрытий	26
Расчет асфальтобетонных покрытий с цементобетонным основанием.....	27
Мероприятия по замедлению развития трещин в асфальтобетонном покрытии	29
Расчет основания по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев	30
Проверка дорожной конструкции на морозоустойчивость и дренирующую способность.....	30
ПРИЛОЖЕНИЕ А (обязательное) Нормативные и расчетные характеристики цементобетона	32
ПРИЛОЖЕНИЕ Б (информационное).....	36

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий свод правил разработан с целью развития и обеспечения обязательных требований, заложенных в строительных нормах «Проектирование жестких дорожных одежд» и описывает приемлемые решения проектирования жестких дорожных одежд.

Настоящий свод правил устанавливает оправдавшие себя и проверенные практикой положения в развитие и обеспечение обязательных требований строительных норм «Проектирование жестких дорожных одежд» или по отдельным самостоятельным вопросам, не регламентированным обязательными нормами.

Настоящий свод правил, применяемый совместно с другими нормативными и техническими документами, приведенными в разделе «Нормативные ссылки» образует комплекс взаимосвязанных документов, рекомендуемых для расчета конструкций проектируемых жестких дорожных одежд.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ
СВОД ПРАВИЛ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД
RIGID PAVEMENT DESIGN

Дата введения - 2015-07-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий свод правил разработан в развитие требований СН РК 3.03-03 «Проектирования дорожных одежд жесткого типа».

1.2 Главной целью разработки настоящего свода правил является установление приемлемых решений для проектирования жестких дорожных одежд.

Приемлемые решения не являются единственным способом выполнения требований строительных норм.

1.3 Настоящий свод правил распространяется на проектирование жестких дорожных одежд автомобильных дорог общего пользования, подъездных дорог к промышленным предприятиям, внутрихозяйственных и сельских дорог различных категорий.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

Для применения настоящих свода правил необходимы следующие ссылочные нормативные документы:

- СН РК 2.04-21-2004 Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий.
- СН РК 3.03-03-2014 Проектирование жестких дорожных одежд.
- СН РК 3.03-04-2014 Проектирование дорожных одежд нежесткого типа.
- СП РК 3.03-101-2013 Автомобильные дороги.
- СП РК 3.03-104-2014 Проектирование дорожных одежд нежесткого типа.
- СНиП РК 2.04-01-2010* Строительная климатология.
- СНиП РК 5.03-34-2005 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения.
- СТ РК 973-2004 Материалы каменные и грунты, обработанные неорганическими вяжущими для дорожного и аэродромного строительства. Технические условия.
- СТ РК 1053-2002 Автомобильные дороги. Термины и определения.
- ГОСТ 25192-82* Бетоны. Классификация и общие технические требования.
- ГОСТ 26633-2012* Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.
- ГОСТ 10180-90 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
- ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
- ГОСТ 18105-86* Бетоны. Правила контроля прочности.
- ГОСТ 27006-86 - Бетоны. Правила подбора состава
- ГОСТ 10060.0-95 Бетоны. Методы определения морозостойкости. Общие требования.

СП РК 3.03-103-2014*

ГОСТ 10181-2000 Смеси бетонные. Методы испытаний.

ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия.

ГОСТ 13015.1-81* Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные.

ПР РК 218-35-04 «Инструкции по контролю качества и приемке работ при строительстве и ремонте автомобильных дорог».

Р РК 218-61-2007 «Рекомендаций по подбору составов смесей дорожных бетонов для укладки по безопасной технологии».

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 СН РК 3.03-03.

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Для определения приведенной стоимости при вариантном проектировании руководствуются сроками службы, вытекающими из долговечности материала верхнего слоя покрытия, которые для дорожных одежд капитального типа с цементобетонным покрытием составляют не менее 25 лет, а для дорожных одежд с асфальтобетонным покрытием на бетонном основании – не менее 20 лет.

4.2 Расчетный срок службы при определении конструкции дорожной одежды и расчетных параметров конструктивных слоев устанавливают не менее 25 лет или менее 25 лет, но с учетом работы в раннем возрасте на воздействие построеного транспорта.

Рекомендуется проектировать конструкции на длительную перспективу по технико-экономическим соображениям со сроком службы 35-50 лет.

Существенное увеличение долговечности может быть осуществлено за счет применения высокопрочных бетонов с повышением классов бетона до B_{тб} 5,2-6,4 и расширения применяемого диапазона толщин конструкций до 28-30 см. При этом любое увеличение основных параметров должно быть направлено в сторону увеличения сроков службы покрытия.

4.3 Классификация дорожных одежд и покрытий по категориям автомобильных дорог приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Классификация дорожных одежд и покрытий

Типы дорожных одежд	Основные виды покрытий	Категории дорог
Капитальные	цементобетонные монолитные, в т.ч. армированные	I-IV
	железобетонные или армобетонные сборные из предварительно напряженного железобетона, железобетона, армобетона	I-IV

5 КОНСТРУИРОВАНИЕ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

5.1 Основные принципы конструирования

5.1.1 При конструировании дорожных одежд необходимо, принимая во внимание технологические преимущества, стремиться использовать бетонные смеси и бетоны, приготовленные с использованием вяжущих на основе отходов производства и техногенных продуктов.

5.1.2 Если неровности основания не превышают 1 см, то допускается не устраивать выравнивающий слой, а применять только слой, прерывающий сцепление плит с основанием и служащий изолятором против высыхания бетона в раннем возрасте и появления в покрытии усадочных трещин.

Выравнивающие слои также можно устраивать из укрепленного вяжущим песка. Если этот слой впитывает воду из бетонной смеси, то его закрывают изолирующим слоем или увлажняют непосредственно перед укладкой бетонной смеси в покрытие.

При низкой интенсивности автомобильного движения и при строительстве покрытий легкими бетоноукладочными машинами с боковой или центральной загрузкой допускается, при соответствующем технико-экономическом обосновании, устройство покрытия на песчаном основании, выполняющем одновременно роль дренажного и морозозащитного слоя.

5.1.3 При небольшой интенсивности движения дополнительный слой основания может одновременно выполнять роль основания и выравнивающего слоя.

Для исключения образования в слое песчаного основания колеи от автомобилей-самосвалов основание должно быть укреплено путем устройства слоя из щебня, шлака или гравия, толщиной 10-12 см, причем только в местах пропуска автомобилей самосвалов, подвозящих бетонную смесь.

Минимальная толщина основания из бетона низкой прочности составляет 14 см; из нерудных материалов, укрепленных неорганическими вяжущими – 16 см; из щебня, шлака или гравия – 18 см.

Толщина укрепленного вяжущими основания, по которому уже в раннем возрасте начинается движение гусеничных бетоноукладчиков, должна быть не менее 18 см.

При бетонировании покрытия гусеничными бетоноукладчиками со скользящими формами ширина укрепленного основания должна быть шире покрытия на 1 м с каждой стороны.

Ширина укрепленного технологического слоя для подвоза бетонной смеси составляет от 3 до 3,5 м.

В слое укрепленного вяжущими основания рекомендуется устраивать поперечные швы, смещенные относительно швов в покрытии не менее чем на 1 м, путем закладки в нижнюю часть основания деревянных брусков.

5.1.4 В слое укрепленного вяжущими основания рекомендуется устраивать поперечные швы через каждые 20-30 м, смещенные относительно швов в покрытии не менее чем на 1 м, путем закладки в нижнюю часть основания деревянных брусков высотой 4-7 см.

5.1.5 Дополнительный слой выполняющий морозозащитную функцию, может быть заменен грунтом, обработанным (в смесителе) гидрофобизирующими материалами. При небольшой интенсивности движения он может работать и в качестве основания.

5.1.6 Краевые укрепленные полосы устраивают из цемента-, или асфальтобетона на бетонном основании, как правило, по типу основной дорожной одежды без устройства продольных швов. Для дорог низких категорий (V-III-с) допускается краевые полосы устраивать из щебня.

5.1.7 Ширина краевых полос на дорогах I-III категорий не менее 75 см, более низких категорий – не менее 50 см. Толщина краевых полос должна быть равна толщине покрытия.

5.1.8 При устройстве бетонных покрытий со шпунтами на боковых гранях и при отсутствии штырей в поперечных швах бетонных покрытий, в швах краевых полос ставят штыри – по 1-2 стержня длиной 50 см и диаметром 18 мм по типу штырей в швах сжатия и расширения в покрытии (с обмазкой и с колпачками в швах расширения). При устройстве краевых полос уширения шириной более 3 м последние отделяются от бетонного покрытия пазами с заполнением их по типу шва сжатия.

5.2 Конструкция монолитных цементобетонных покрытий

5.2.1 Толщина бетонных покрытий должна быть, как правило, одинаковой по всей ширине проезжей части. На шестиполосных покрытиях толщину крайних внешних полос допускается увеличивать на 2 см для обеспечения проезда тяжелых автомобилей.

Бетонные покрытия могут быть однослойными или при наличии соответствующего технологического оборудования - двухслойными, устраиваемыми методом сращивания споев с одновременным уплотнением верхнего и нижнего слоев, с толщиной верхнего слоя не менее 6 см.

5.2.2 Толщину бетонных покрытий h определяют расчетом. При использовании для покрытия бетонов классов по прочности, указанных в обязательном приложении А, для нормативной нагрузки 50 кН на колесо минимальную толщину покрытия принимают по таблице 2.

5.2.3 Длину плит $l_{сж}$ (расстояние между поперечными швами сжатия) на укрепленном основании и на устойчивом земляном полотне принимают по расчету, но не более $25h$ на земляном полотне с ожидаемыми неравномерными осадками (включая насыпи высотой более трех метров) – $22h$, а в местах перехода из выемок в высокие насыпи, в местах примыкания к искусственным сооружениям и в покрытиях шириной шесть метров и менее – $20h$.

Таблица 2 – Минимальная толщина покрытия при интенсивности движения, приведенной к нагрузке 50 кН на колесо

Основание	Минимальная толщина, см, покрытия при интенсивности движения, приведенной к нагрузке 50 кН на колесо, ед./сут. на полосу				
	более 2000	1000-2000	500-1000	100-500	менее 100**
Бетонное (мелкозернистый бетон, шлакобетон)	22	20	18 (16)	18* (16)	15*
Из материалов, укрепленных неорганическими вяжущими	22	20	18 (16)	18* (16)	15*
Из щебня, гравия, шлака	-	22	20 (18)	18* (16)	15*
Из песка, песчано-гравийной смеси	-	-	20 (18)	18* (16)	15*
*Толщина основания может быть на 2 см меньше указанной в п. 5.1.3. **Сооружаются при соответствующем технико-экономическом обосновании. Примечание – 1) В скобках приведена толщина покрытия для облегченных условий движения 2) Если в поперечных швах штырей не применяются, толщину покрытия увеличивают на 2 см.					

5.2.4 Продольные швы предусматривают при ширине покрытия более 23м.

5.2.5 Контрольные швы, по конструкции аналогичные швам сжатия, обеспечивающие температурно-усадочную трещиностойкость в раннем возрасте, устраивают через каждые две или три плиты.

5.2.6 При устройстве покрытий на цементогрунтовом основании толщиной не менее 18 см бетоноукладчиками со скользящими формами и допущении проектной организацией уступов между плитами в поперечных швах высотой до 3 мм (см. расчет основания), допускается в поперечных швах штыри не применять. Толщину покрытия в этом случае увеличивают на два сантиметра, а швы расширения при температуре бетонирования более 10 °С допускается не устраивать.

5.2.7 Расстояние между верхней частью доски шва расширения, снимаемой после бетонирования, и поверхностью сооружаемого покрытия должно быть не менее десяти миллиметров.

Перед мостами и путепроводами устраивают не менее трех швов расширения без штырей и прокладок, шириной по шесть сантиметров каждый, через расстояние от пятнадцати до тридцати метров друг от друга. Швы заполняют сильно сжимаемым материалом, например песком, обработанным битумом; сверху шва устанавливают готовую резиновую пустотелую или пористую прокладку высотой шесть сантиметров.

5.2.8 При устройстве швов расширения руководствуются данными таблицы 3. Ширину швов расширений (толщину прокладки) принимают равной 3 см.

5.2.9 Для повышения продольной устойчивости, лучшей совместной работы плит, увеличения динамической устойчивости основания и повышения транспортно-эксплуатационных качеств рекомендуется поперечные швы устраивать наклонными в плане или в виде "елочки" с уклоном к перпендикуляру 1:10 (рисунок 1). Количество штырей в продольном шве рассчитывают с учетом массы соседних плит без штырей в продольном шве.

5.2.10 Штыри в продольных и поперечных швах располагают в соответствии с рисунком 2. Конструкции швов расширения и сжатия принимают по рисунку 2 и 3.

5.2.11 Для повышения продольной устойчивости рекомендуется в примыкающих к шву расширения швах сжатия, а также в швах сжатия для случаев, отмеченных в таблице 3 звездочкой, применять в нижней части деревянные прокладки треугольного сечения высотой 5-6 см.

Таблица 3 – Технические требования при устройстве швов расширения

Ожидаемая для данного района температура нагрева покрытия в летнее время, °С	Толщина покрытия, см	Расстояние между швами расширения, число плит, при температуре воздуха во время бетонирования, °С				
		Менее 5	5-10	10-15	15-20	Более 20
Менее 40	20 и более	10	10	—*	—	—
	Менее 20	10	10	10	—*	—
Более 40	20 и более	10	10	10	—*	—
	Менее 20	10	10	10	10	—
*См. п. 5.12						
Примечание – 1) При устройстве контрольных швов через две плиты расширения устраивают через 10 плит						

5.2.12 При устройстве пазов швов сжатия и расширения в свежесуложенном бетоне радиус закругления кромок швов не должен превышать 8 мм. Длина зоны обмазки штырей в поперечных швах разжиженным битумом составляет $\frac{2}{3}$ длины штырей, толщина обмазки не должна превышать 0,2 мм.

Температурные колпачки, надеваемые на штыри швов расширения, должны обеспечивать свободное смещение штыря в бетоне не менее чем на 2 см.

Штыри в продольных швах устанавливают без битумной обмазки с допущением перекосов не более чем на 5 см.

5.2.13 Паз швов сжатия может быть в сечении прямоугольным, ступенчатым или с наклонными стенками. Ширина паза швов сжатия может быть от 4 до 15 мм, глубина паза – не менее $0,25h$.

Ширина паза над швом расширения принимается равной 33-35 мм, глубина до верха доски – 40-60 мм.

5.2.14 Для армирования следует применять арматуру периодического профиля диаметром 8-16 мм класса А-II в виде отдельных продольных стержней, длина которых меньше длины плиты на 100-200 см, или в виде плоских сеток той же длины с продольной арматурой, со средним расходом ее 2,3-3,4 кг на 1 м^2 покрытия.

При армировании краев покрытия в нижней зоне (на высоте 40 мм от нижней плоскости) двумя стержнями (диаметром 10-12 мм, А-II), стержни должны быть короче длины плит на 100 мм.

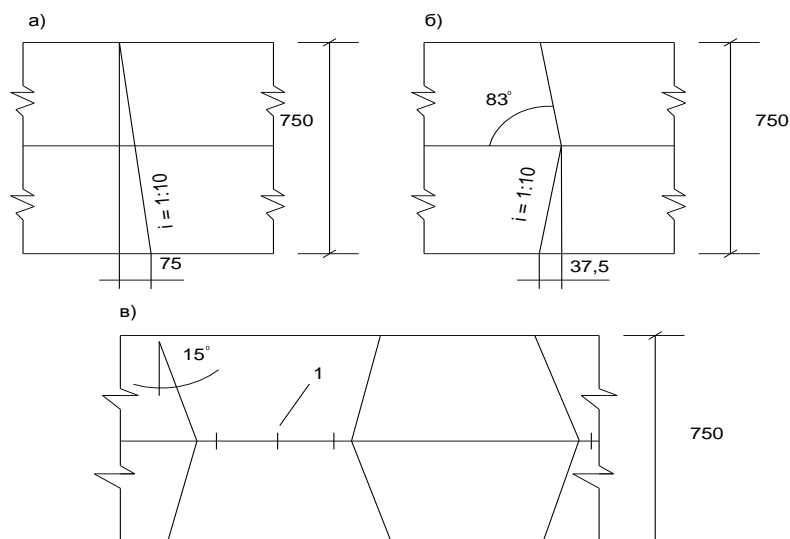


Рисунок 1 - Варианты расположения швов сжатия в плане для повышения комфортности движения, для уменьшения уступов между плитами (а, б и в), ровности покрытия в жаркое время года (б и в)

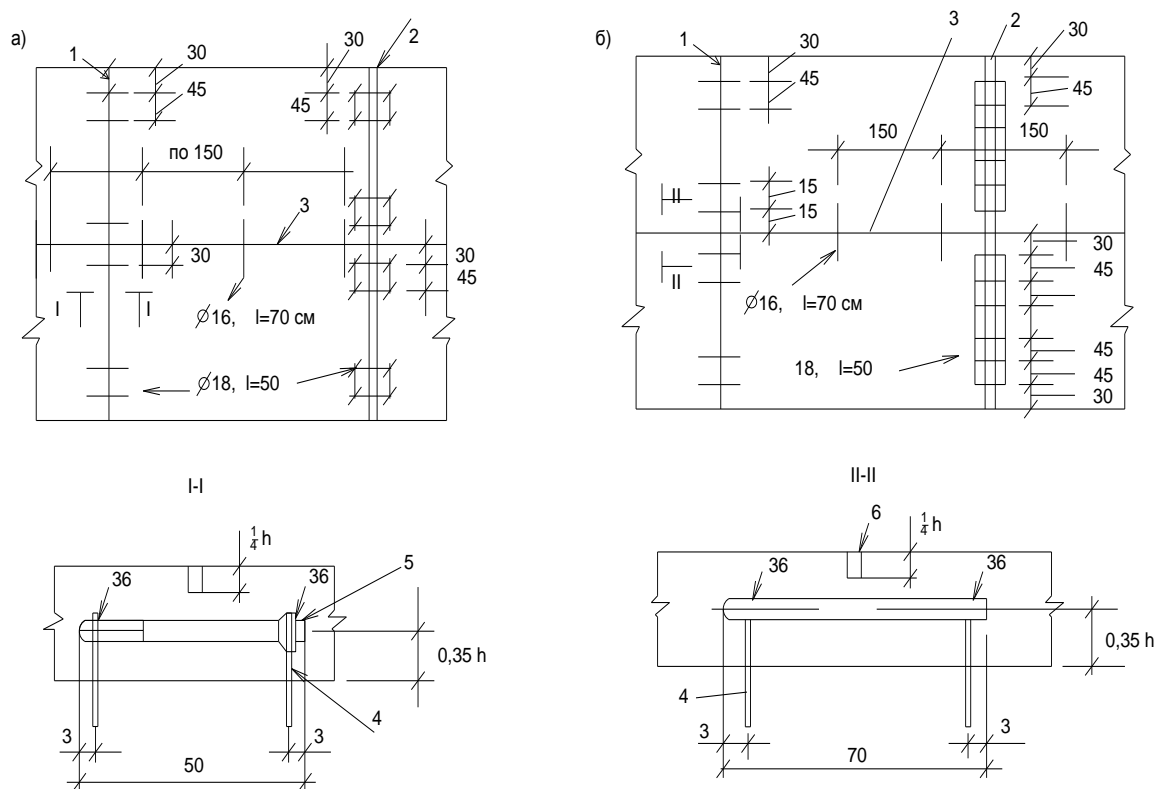


Рисунок 2 - Расположение штырей в швах покрытий на цементогрунтовом и цементобетонном (а), щебеночном и песчаном (б) основаниях:

1 - шов сжатия; 2 - шов расширения; 3 - продольный шов; 4 - установочные шпильки ($\varnothing 5$, l - 13...16 см), приваренные к штырям; 5 - изоляция места сварки с помощью специальных колпачков или полиэтиленовой пленки; 6 - наполнитель (при приварке к штырям продольного шва шпилек диаметром 8-10 мм (в торец) длина штырей может быть уменьшена до 50 см)

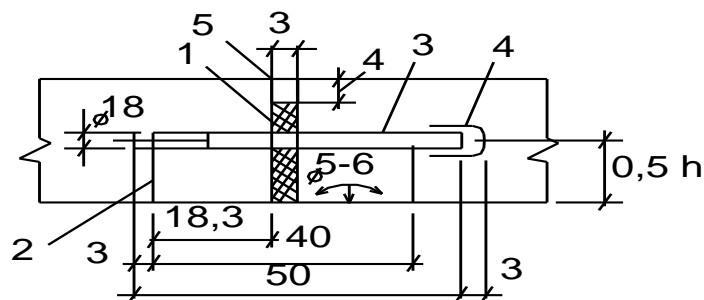


Рисунок 3 - Конструкция шва расширения:

1 - прокладка из выдержанной в воде древесины; 2 – каркас для фиксации прокладки и штырей, свариваемый в кондукторе; 3 - штыри в битумной изоляции, привязываемые к каркасу; 4 - температурный компенсатор (колпачок), обеспечивающий смещение штыря в бетоне не менее чем на 2 см; 5 - заполнитель (герметик)

5.3 Конструкция асфальтобетонных покрытий с цементобетонным основанием

5.3.1 Асфальтобетонные покрытия на цементобетонном основании могут быть одно-, двух- и трехслойными. Толщина слоя асфальта- и цементобетона определяется расчетом, но не должна быть менее значений, указанных в Таблице 4.

5.3.2 В цементобетонном основании устраивают швы сжатия через пятнадцать метров. Допускается устройство основания без поперечных швов. Перед мостами и у пересечения дорог устраивают не менее трех швов расширения через десять или двадцать метров так же, как и при сооружении монолитных цементобетонных покрытий.

5.3.3 Асфальтобетонное покрытия над поперечными швами в основании рекомендуется армировать асфальтобетон над швами сетками, располагая их симметрично вдоль шва; ширина сеток 80-160 сантиметров.

Таблица 4 – Минимальные толщины асфальто- и цементобетонных слоев

Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{th}	Средняя прочность бетона на растяжение при изгибе, МПа	Толщина, см, асфальтобетона h_a (числитель) при толщине бетона h_b (знаменатель) при интенсивности движения, приведенной к нагрузке 50 кН на колесо, ед./сут. на полосу			
		Более 2000	1000-2000	500-1000	100-500
0,8	1,0	$\frac{18,0}{26}$	$\frac{18,0}{24}$	$\frac{17,0}{23}$	$\frac{17,0}{22}$
1,2	1,5	$\frac{18,0}{24}$	$\frac{18,0}{23}$	$\frac{17,0}{22}$	$\frac{16,0}{21}$
1,6	2,0	$\frac{18,0}{22}$	$\frac{17,0}{21}$	$\frac{17,0}{20}$	$\frac{16,0}{19}$
2,0	2,5	$\frac{18,0}{19}$	$\frac{18,0}{18}$	$\frac{18,0}{17}$	$\frac{16,0}{17}$

Таблица 4 – Минимальные толщины асфальто- и цементобетонных слоев
(продолжение)

2,4	3,0	$\frac{17,0}{19}$	$\frac{16,5}{17}$	$\frac{16,5}{16}$	$\frac{16,0}{16}$
2,8	3,5	$\frac{16,5}{17}$	$\frac{16,0}{17}$	$\frac{16,0}{16}$	$\frac{14,0}{16}$
<p>Примечание – 1) Значения толщины приведены для суточных колебаний температуры на поверхности асфальтобетона (цементобетона) $A_n=15\text{ }^{\circ}\text{C}$</p> <p>2) При других суточных колебаниях температуры толщина слоя асфальтобетона определяется по формуле $h_a=\sqrt{15/A_n}$</p> <p>3) В случае, когда основание в течение длительного времени (но не более одного года с момента укладки) используется для движения транспорта, его устраивают из бетона класса не менее В15 ($B_{тв} 2,4$) толщиной не менее 20 см. Допускается применять в основании бетон, уплотняемый укаткой с использованием рационально допустимого срока службы основания в качестве покрытия.</p>					

Сетки из стекловолокна или стеклопластика размещают в слое асфальтобетона не ближе восьми сантиметров от поверхности покрытия или между слоями. Сетки из стали располагают под нижним слоем двух- и трехслойного асфальтобетонного покрытия.

5.3.4 Продольные швы в основании устраивают при ширине покрытия более девяти метров и на участках с ожидаемыми неравномерными осадками земляного полотна.

5.4 Конструкция колеиных покрытий

5.4.1 Толщина колеиного покрытия определяется расчетом. Рекомендуемые минимальные толщины приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Минимальные толщины колеиных покрытий

Основание	Толщиной колеиного покрытий, см, при проектном классе бетона			
	B15	B20	B25	B30
Песчаное	20	19	18	17
Цементогрунтовое, шлаковое, щебеночное толщиной 14 см	18	17	16	16
<p>ПРИМЕЧАНИЕ 1 При классе бетона В15 - В20 поперечные швы не устраивают, при классе бетона В25 - В30 длина плит составляет 22м.</p> <p>ПРИМЕЧАНИЕ 2 Поперечные швы в колеиных покрытиях устраивают со смещением не менее 30 - 50 см. На песчаном основании в швах ставят штыри - по два стержня диаметром 16 мм длиной 40 см на колею.</p>				

5.5 Конструкция дорожных одежд со сборными покрытиями

5.5.1 При строительстве нефтепромысловых и промышленных дорог с интенсивностью движения более 1000 авт./сут целесообразно применять предварительно напряженные плиты длиной 5 - 6 м и шириной 1,75 - 2,30 м; при меньшей интенсивности движения – ненапряженные сочлененные плиты длиной 4,5 - 5,5 м и шириной 1,75 - 2,30 м.

6 УСТРОЙСТВ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКТОВ ДОРОЖНЫХ МАШИН

6.1 Требования к бетону

6.1.1 Бетонные смеси и бетоны должны соответствовать требованиям Р РК 218-61 и изготавливаться по технологическим регламентам, разработанным и утвержденным в установленном порядке.

6.1.2 Классификация показателей качества бетона

6.1.2.1 Основными показателями качества бетонов являются:

- класс бетона по прочности на растяжение при изгибе по ГОСТ 26633;
- класс бетона по прочности на сжатие по ГОСТ 26633;
- марка бетона по морозостойкости по ГОСТ 10060.0.

Таблица 6 – Требования к показателям качества бетонов по прочности на растяжение при изгибе и на сжатие

Конструктивный слой дорожной одежды	Категория автомобильной дороги	Интенсивность расчетной нагрузки, ед./сут	Проектные классы по прочности, не менее	
			на растяжение при изгибе B_{tb}	на сжатие B
Монолитное	I	Более 2000	4,4 (4,2)	35
однослойное покрытие или верхний слой двухслойного покрытия	II	От 1000 до 2000	4,0 (3,6)	30
Нижний слой двухслойных монолитных покрытий	I- II	Более 1000	3,2	25
Монолитное основание под покрытие: цементобетонное и асфальтобетонное	I- II	любая	1,6	20

Примечание – 1) Для устройства монолитных оснований под цементобетонные или асфальтобетонные покрытия могут использоваться бетонные смеси на основе медленнотвердеющих цементов.
 2) Класс бетона по прочности устанавливается в возрасте 28 сут твердения в нормальных условиях по ГОСТ 10180 и ГОСТ 18105, а при использовании медленнотвердеющих цементов в 90 суток во влажных условиях.
 3) Под двухслойным покрытием понимается монолитное покрытие, включающее верхний слой и нижний слой, устраиваемые одновременным уплотнением верхнего и нижнего слоев (метод срачивания). Толщина верхнего слоя должна быть не менее 6 см.

6.1.2.2 Требования к показателям качества бетонов по прочности на растяжение при изгибе и на сжатие, используемым для строительства покрытий и оснований автомобильных дорог, приведены в таблице 6.

6.1.2.3 Требования к бетонам по морозостойкости, в зависимости от конструктивного слоя дорожной одежды, приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Требования к бетонам по морозостойкости, в зависимости от конструктивного слоя дорожной одежды

Конструктивный слой дорожной одежды	Минимальные проектные марки бетона по морозостойкости (F) для районов со среднемесячной температурой воздуха наиболее холодного месяца, 0С		
	От 0 до минус 5	От минус 5 до минус 15	Ниже минус 15
Однослойное покрытие или верхний слой двухслойного покрытия	100	150	200
Нижний слой двухслойного покрытия	50	50	100
Монолитное основание	50	50	50
Примечание - 1) Марки по морозостойкости устанавливаются по ГОСТ 10060.0 2) Среднемесячная температура наиболее холодного месяца района строительства определяется по СНиП РК 2.04-01			

6.1.3 Требования к бетонным смесям, укладываемым по безопалубочной технологии.

6.1.3.1 Для дорожных покрытий объем вовлеченного воздуха в бетонных смесях должен соответствовать: для однослойных и верхних слоев двухслойного покрытия – 3,5–7 %; для нижнего слоя двухслойного покрытия 3,5-7%.

6.1.3.2 Воздухововлечение в бетонных смесях контролируют: непрерывно, каждый час при укладке верхнего слоя покрытия и один раз в смену для нижнего слоя.

6.1.3.3 Смеси готовят с воздухововлекающими и пластифицирующими добавками. Количество вводимых добавок назначают исходя из условия обеспечения требуемых в настоящих рекомендациях показателей смесей и бетонов. Для приготовления смесей могут применяться как отечественные, так и зарубежные добавки, отвечающие требованиям соответствующих нормативных документов и обеспечивающие необходимые характеристики смесей и бетонов (приложение Б).

6.1.3.4 Качество бетонных смесей и технология их приготовления должны обеспечивать получение бетонов, удовлетворяющих требованиям по всем показателям качества согласно ГОСТ 26633 (или соответствующего стандарту Германии ZTVBeton-StB 01).

6.1.3.5 Состав бетонной смеси подбирают по ГОСТ 27006 (соответствующего стандарту Германии ZTVBeton-StB 01) с учетом безопалубочной технологии укладки с повышенным содержанием щебня. Расход цемента на 1 кубический метр бетона должен

СП РК 3.03-103-2014*

составлять не менее 350 кг и не более 450 кг. При выборе материала для подбора состава бетона следует производить радиационно-гигиеническую оценку этих материалов.

6.1.3.6 Для дорожных однослойных и верхнего слоя двухслойных покрытий водоцементное отношение в бетонной смеси должно быть не более 0,45 (как правило, 0,42 - 0,43 без пластификатора бетона), а для нижнего слоя двухслойных покрытий – не более 0,5.

6.1.3.7 Подвижность, жесткость и пористость бетонной смеси, определяют по ГОСТ 10181.

6.1.4 Контроль качества бетона

6.1.4.1 Плотность бетона и прочность при сжатии определяются посредством испытательных кубиков с длиной грани в 15 см. Допускается применять кубы с длиной ребер согласно ГОСТ 10180.

6.1.4.2 Для определения прочности на растяжение при изгибе изготавливаются 3 контрольных образца балок – шириной 15 см, высотой 15 см и длиной 60 см. Нагрузка прикладывается двумя грузами в трети пролета между опорами ($L = 45\text{см}$), допускаются призмы и с другим размером согласно ГОСТ 10180.

6.1.4.3 Консистенция верхнего слоя бетона должна составлять 1,23 - 1,45 мм и проверяется ежечасно в течение 3-х дней до получения стабильных результатов. При получении стабильных результатов 1 раз в смену.

6.1.4.4 Способ и режим твердения образцов бетона, предназначенных для производственного контроля прочности, следует применять по ГОСТ 18105. Производственный контроль прочности образцов бетона производится, как на предприятии-изготовителе бетонной смеси, так и путем формования образцов (кубы и призмы квадратного сечения) на строительной площадке, которые могут твердеть как в формах, так и в распалубленном виде, обработанные по всем граням пленкообразующим материалом (воском) и хранящиеся под влажной тканью или другим материалом, исключающим возможность испарения из них влаги. Допускается хранения образцов под слоем влажного песка, опилок или других систематически увлажняемых гигроскопичных материалов, а также допускаются другие условия твердения образцов, например водное или комбинированное.

6.1.4.5 Для определения прочности бетона монолитных конструкций неразрушающими методами в промежуточном возрасте контролируют не менее одной конструкции из объема бетона, уложенного в течение каждых суток (или часть конструкции, если ее бетонирование производилось более 1 суток).

6.1.4.6 На каждой монолитной конструкции отобранной для определения прочности бетона неразрушающим методом назначают не менее четырех контролируемых участков. Число и расположение контролируемых участков должно указываться проектной организацией в рабочих чертежах конструкций. Для линейных участков конструкций – один участок на 4 м длины.

6.1.4.7 Испытание бетонной смеси и изготовление контрольных образцов бетона должно быть начато не позднее чем через 10 мин. после отбора пробы.

6.1.4.8 Температура бетонной смеси от момента отбора пробы до момента окончания испытания не должна изменяться более чем на 5°C .

6.1.4.9 Условия хранения пробы бетонной смеси после ее отбора до момента испытания должны исключить потерю влаги или увлажнение.

6.1.4.10 В случае неудовлетворительных результатов испытания бетонных образцов на сжатие, следует провести дополнительные испытания на прочность при сжатии отобранных из покрытия кернов Ø 15 см, с частотой 1 керн на 1000 м² не ранее чем через 60 дней после укладки.

6.1.4.11 Контроль ровности покрытия и основания из щебеночных, гравийных и песчаных материалов, укрепленных или неукрепленных вяжущими материалами, а также выполненных из монолитного бетона производится согласно ПР РК 218-35 п.п. 10.4, 10.5, 10.9, 10.9.3.

6.1.4.12 Плотность жесткой бетонной смеси, уплотняемой методом укатки, следует контролировать по трем пробам на 1 км.

6.4.13. На стадии приемки работ при длине сдаваемого участка дороги более 5 км, контроль ровности покрытия осуществляется толчкоммером в соответствии с ПР РК 218-03-02.

6.2 Конструктивные и технологические особенности устройства дорожного покрытия из бетона, укладываемого по безопалубочной технологии.

6.2.1 Бетонное покрытие может быть одно или двухслойным. Бетонные покрытия, выполненные из одного слоя, называют однослойными. Двухслойные покрытия состоят из двух слоев различного состава.

Верхний слой двухслойного покрытия устраивается из морозостойкого прочного и устойчивого к полировке щебня, а нижний слой - бетонную подготовку выполняют из «тощего», или вторично использованного бетона. Каждый слой такого покрытия может изготавливаться в одном или двух уровнях. Разница состоит в том, что при изготовлении покрытия в одном уровне, полная толщина слоя устраивается с помощью одного укладчика. При изготовлении покрытия в двух уровнях укладку слоя бетона с одинаковым составом осуществляют с помощью встроенных устройств.

6.2.2 Покрытие из бетона конструируется и изготавливается таким образом, чтобы бетон без повреждений воспринимал напряжения от грузонапряженности и температурных изменений, а также, чтобы передаваемые им напряжения на основании не подвергали его перегрузке.

6.2.3 В зависимости от расчетной нагрузки на прочность СН РК 3.03-30 и СП РК 3.03-101 и вида несущего слоя под бетонным покрытием (основание) существует ряд рекомендуемых конструкций, описанных в технических нормах Казахстана и Германии (RstO). В соответствии с этими нормами толщина бетонного покрытия в зависимости от показателя расчетной интенсивности движения (грузонапряженности) и категории дорог составляет 20-30 см. При толщине бетонного покрытия 24-30 см и более швы растяжения не устраиваются.

6.2.4 В случае отсутствия морозостойкого основания, устраивается морозозащитный слой, толщина которого определяется разницей между полной толщиной морозостойкого дорожного покрытия и толщиной главной конструкции.

6.2.5 Зоны для остановки транспорта или любого другого назначения, должны иметь такую же конструкцию, как и проезжая часть дороги.

6.2.6 Основание или несущий слой под бетонным покрытием должен представлять собой равномерную и неизменяющуюся опору для бетонной плиты. Несущие слои бывают двух видов: связанные и несвязанные

6.2.7 При применении несвязанных слоев, существует опасность передвижения или раздробления зерен, что влечет за собой образование пустот под бетонной плитой на дороге. Последнее, приводит к повышенному растягивающему напряжению при изгибе, и, как следствие, к возможному образованию трещин в бетонной плите. Поэтому при таком устройстве основания необходимо применять только качественные слои из высокопрочного щебня.

6.2.8 Связанный несущий слой, из каменных материалов обработанных неорганическими вяжущими по СТ РК 973, представляется менее деформируемым основанием для бетонного покрытия. При взаимодействии бетонного покрытия с гидравлически связанным бетонным слоем из-за разных модулей упругости между ними возникают сдвигающие напряжения, вследствие воздействия нагрузок от движущегося транспорта. Для снятия этих напряжений между слоями необходимо проложить прокладку плотностью 450-550 г/м². Таким образом, данная прокладка – разделяет оба слоя и осуществляет горизонтальный дренажный слой. Прочность прокладки на разрыв должна составлять не менее 15 МПа. Кроме этого, связанные несущие слои из-за своей водонепроницаемости и наклона поверхности наружу, обеспечивают быстрый отвод воды с нижней поверхности бетонного покрытия.

6.2.9 Бетонные покрытия изготавливаются на всю ширину проезжей части дороги, включая боковые полосы с вертикальными краями. Крепление деталей опалубки и поверхность скольжения для бетоноукладчика типа SP 1500 со скользящими формами требует расширения основания. Расширение должно составлять не менее 1,0 м в зависимости от вида основания или слоя.

6.3 Устройство швов

6.3.1 Зарубежный опыт и опыт стран СНГ в последние годы рекомендует исключать устройство швов расширения при толщине покрытия более 24 см, вместе с тем необходимо обеспечить продольную устойчивость покрытий в жаркое время путем применения ниже указанных мероприятий.

6.3.2 Для обеспечения сцепления между покрытием и основанием, (чтобы «пригрузить» покрытие снизу) необходимо:

- устраивать покрытие толщиной не менее 24 см, чтобы оно имело достаточную массу, и нарезать пазы.

6.3.3 Введение дюбелей и анкеров в уже законченную и закрытую поверхность нижнего слоя двухслойного покрытия, осуществляется специальной автоматически управляемой машиной.

6.3.4 Для избежания появления произвольных трещин и компенсации изменения длины бетонной плиты покрытия от температурных воздействий, бетонное покрытие следует поделить поперечными и продольными швами на отдельные плиты. Схема распределения швов перед укладкой должна быть приведена в соответствие с конкретными природно-климатическими условиями и требованиями жесткости плиты. Плиты длиной до 25 раз больше толщины бетонного покрытия, а квадратные плиты до 30

раз больше толщины бетонного покрытия предотвращают образование трещин, так как приводят к оптимальной нагрузке на плиту. Общая длина плиты при этом не должна превышать 7,5 м.

6.3.5 Расстояние между швами следует выбирать с учетом величины напряжения при растяжении, возникающего в бетоне от трения с основанием и напряжения, возникающего вследствие деформации из-за неравномерной температуры, а также напряжения, возникающего от транспортного потока. При этом, величина этих напряжений должна быть меньше, чем прочность бетона при длительном растяжении при изгибе.

6.3.6 Оптимальным расстоянием между поперечными швами в плите считается расстояние – в 5 м. Максимальное расстояние между швами не должно превышать показатель в 25 раз, превышающий толщину плиты. Более короткие плиты, из-за незначительных колебаний прочности бетона, режима усадки, температуры и трения с основанием, могут привести к тому, что не все ложные швы разорвутся. Со временем, в области неразорванных таким способом швов, происходит разрушение материала на краях бетона, что способствует проникновению поверхностной воды во внутрь конструкции дороги.

6.3.7 Большие расстояния между швами требуют применения арматуры в виде дюбелей и анкеров. Вид и размеры арматуры должны быть рассчитаны в каждом конкретном случае на основе запланированных классов нагрузок. Проезжие части дорог, шириной свыше 4,0 м, следует разделять одним продольным ложным швом, шириной свыше 10 м – двумя, а шириной свыше 13,5 м – тремя. Плиты должны иметь по возможности квадратную форму и максимальную площадь не более – 30 м², что соответствует минимальным напряжениям от деформации. При изготовлении швов различают, в основном, ложные, деформационные и швы прессового соединения. В зоне изготовленных швов в бетоне, используют дюбеля в поперечном направлении, а анкера в продольном направлении. Их назначение – предотвратить качание и подвижность бетонных плит после разрыва швов.

6.3.8 Ложные швы устраиваются в заданных местах возникновения трещин. Они возникают вследствие ослабления верхнего поперечного сечения покрытия, в зоне устройства у поперечных швов – на 25–30 %, у продольных швов – на 40–45 % и позволяют осуществлять стягивание плит после понижения температуры, по сравнению, с температурой при схватывании бетона, а также компенсируют усадку и сжатие. Кроме того, у более коротких плит за счет них уменьшаются напряжения вследствие деформации.

6.3.9 Деформационные швы образуются вследствие поперечного разделения бетонной плиты на всю толщину бетона. Шов заполняется сжимаемым резиновым вкладышем. Деформационные швы компенсируют изменение длины плиты от температурных и силовых воздействий.

6.3.10 При укладке свежего бетона на уже затвердевший материал, устраиваются швы прессового соединения. Так как такое соединение является слабым, лучше изготовить шов, который благодаря уплотнению предотвращает проникновение воды. Швы прессового соединения можно устраивать между проезжей частью и полосой для вынужденной остановки транспорта (поперечный шов прессового соединения) или на месте прекращения работ по окончании рабочего дня (продольный шов прессового соединения).

6.3.11 Передвижение плит, вследствие односторонней транспортной нагрузки предотвращается с помощью анкеров, если нет необходимости в компенсации продольных деформаций. Такое происходит с продольными швами прессового соединения и продольными ложными швами. Анкера, длиной 60 см из профилированной арматурной стали, имеют диаметр 20 мм. Они в состоянии передавать осевые и поперечные усилия. Только непосредственно под ложным швом, анкера имеют синтетическую оболочку, так как остальная конструкция должна брать на себя тяговые усилия. Анкера лежат в нижней части плиты. На продольных швах прессового соединения, как правило, применяют клеевые анкера. При этом, патрон с клеем вбуривается в уже застывший бетон и связывается с помощью расточенного отверстия с анкером, который и должен быть встроен. Таким образом, происходит анкеровка за счет сцепления и обеспечивается передача сил между старым и новым элементом.

Применение клеевых анкеров позволяет упростить устройство первого бетонного слоя. В дальнейшем, благодаря этому не возникает препятствия и при последующей укладке бетона на позднее бетонированный элемент. В зависимости от предусмотренного класса нагрузки, следует применять по 3 или 5 анкеров на каждую плиту.

6.3.12 На кривых радиусом до $R = 600$ м анкера сосредотачивают в средней трети плит, для того, чтобы вследствие резких изменений длины укрепленных анкерами полос, не могли возникнуть стесненные деформации. Во всех остальных случаях анкера равномерно распределяют по всей длине плиты. Из-за передачи нагрузки, анкера расположенные вблизи продольных швов прессового соединения, должны быть встроены в середину ширины плиты.

6.3.13 Дюбеля позволяют осуществлять движение плитам в длину, и передают только поперечные усилия в ложных швах зацеплением трещин в нижней части плиты. Поэтому их встраивают в середину бетонного покрытия. При переезде через швы, дюбеля предотвращают возникновение ступеней на краях плит, и приводят к тому, что соседняя плита, на которую в этот момент не действует нагрузка, но которая соединена дюбелем с нагруженной плитой, содействует ей, а нагруженная плита, после снятия нагрузки, не может резко переместиться.

6.3.14 Дюбеля, как правило, изготавливаются из гладкой стали $\varnothing 25$ мм, длиной 50 см, обернутые синтетической оболочкой минимальной шириной 0,3 мм, препятствующей сцеплению с бетоном и сдерживающей «вытягивающие усилия» при первом движении. В деформационных швах с повышенной нагрузкой, также применяются дюбеля $\varnothing 30$ мм. Как правило, расстояние между дюбелями составляет 25 см на полосах дороги с высокой интенсивностью и 50 см на полосах дороги с меньшей интенсивностью. На дорогах с меньшей грузонапряженностью дюбеля можно и не применять на полосах для вынужденной остановки. Схема размещения деформационных швов показаны на рисунке 4.

6.3.15 Дюбеля в швах больших связанных площадей, должны быть подвижными в одном направлении, с помощью широких втулок. Также можно применять шпунты и гребни. Дюбеля в деформационных швах на подвижном конце снабжаются втулкой из металла или синтетического материала, которая должна освободить в бетоне пространство для растяжения шириной 15 мм. В деформационных швах, из арматурной сетки перед укладкой бетона изготавливают арматуру швов, которую устанавливают на основании.

Таким же образом может быть подготовлен ложный шов. Дюбеля в ложных швах, встраиваются исключительно в свежий бетон способом вибрирования.

6.3.16 Швы между бетонными плитами следует уплотнять. Заполнение швов производится горячими мастиками, которые должны обладать способностью к литью, эластичностью, сцеплению и выносливостью от действия динамических нагрузок. Второй способ по уплотнению швов представляет собой вдавливание полых профилей из эластомеров в заранее разрезанные швы. В зависимости от конкретного случая возможна комбинация обоих вариантов, как, например, применение заполнения горячей мастикой в продольных швах и профилей в поперечных швах (рисунок 5).

6.4 Приемка бетона

6.4.1 Входным контролем материалов (цемента, заполнителей, воды, добавок), применяемых для приготовления бетонных смесей, устанавливают их соответствие вышеуказанным требованиям к исходным материалам.

6.4.2 Качество бетона для дорожных конструкций контролируют при приемке конструкций по ГОСТ 13015.1.

6.4.3 Приемку бетона по качеству для монолитных дорожных конструкций производят по прочности, а по морозостойкости, водонепроницаемости и другим нормируемым показателям, установленным проектом, - в соответствии с нормами по организации, производству и приемке работ.

6.4.4 Бетоны по морозостойкости, водонепроницаемости, средней плотности, истираемости, водопоглощению оценивают при подборе каждого нового номинального состава бетона по ГОСТ 27006, а в дальнейшем – не реже одного раза в 6 месяцев; а также при изменении состава бетона, технологии производства и качества используемых материалов. Испытания по показателю удельной активности естественных радионуклидов в бетоне проводят при первичном подборе номинального состава бетона, а также при изменении качества применяемых материалов. При необходимости, бетон по показателям влажности, деформации усадки, ползучести, выносливости, тепловыделению, призмочной прочности, модулю упругости, коэффициенту Пуассона и другим нормируемым показателям оценивают в соответствии с требованиями стандартов и технических условий на бетон конструкций конкретного вида.

6.4.5 Приготовление и транспортирование бетонных смесей производится согласно ГОСТ 7473.

6.4.6 Прочность бетона контролируют и оценивают по ГОСТ 18105.

6.4.7 Приемка бетона производится путем сравнения его фактической прочности с нормируемой; без учета характеристик однородности прочности приемка не допускается.

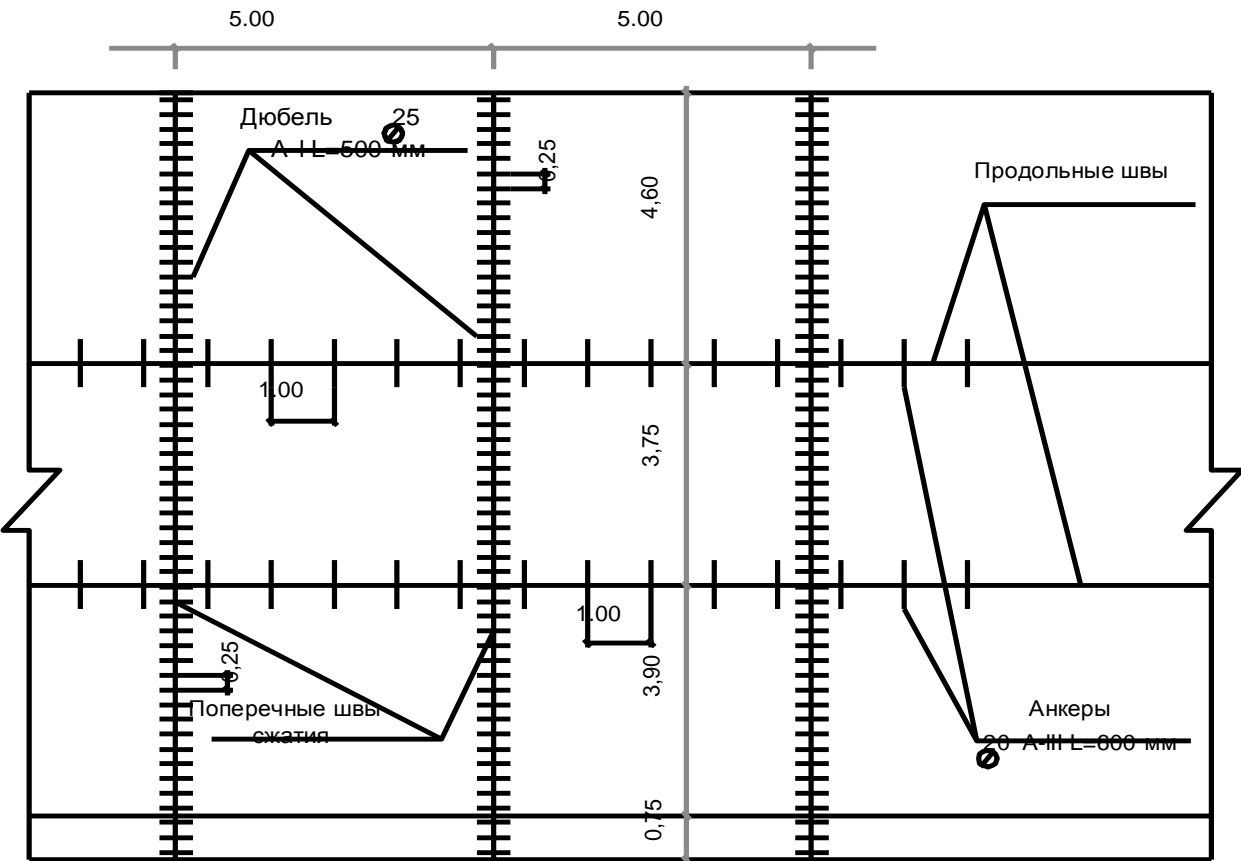


Рисунок 4. Схема размещения деформационных швов

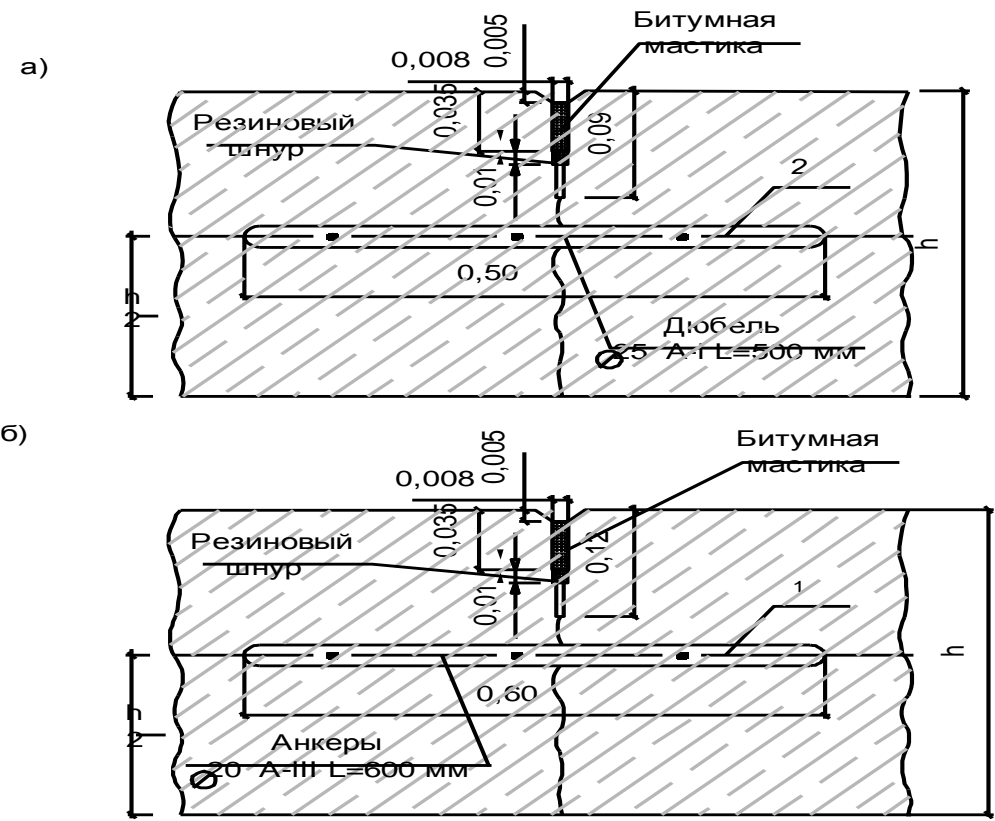


Рисунок 5. а) Разрез поперечного шва сжатия; б) Разрез продольного шва сжатия

7 НОРМЫ РАСЧЕТА ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

7.1 Жесткие дорожные одежды рассчитывают с учетом уровня надежности (вероятности безотказной работы конструкции в течение намеченного срока эксплуатации), принимаемой в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8 – Расчет уровня надежности

Интенсивность движения, приведенная к расчетной нагрузке, ед./сут.	Уровень надежности	Коэффициент прочности $K_{пр}$
Более 1000	0,95	1,00
500-1000	0,90	0,94
Менее 500	0,80	0,87

Таблица 9 – Значение коэффициента прочности дорожных одежд при заданных уровнях надежности

Тип дорожной одежды	Категория дороги	Уровень Надежности K_n	Коэффициент прочности $K_{пр}$
Капитальный	I, II	0,95	1,0
	III	0,90	0,94

Расчетные параметры подвижной нагрузки

7.2 В качестве расчетной схемы нагружения конструкции колесом автомобиля, принимается гибкий круговой штамп диаметром D , передающий равномерно распределенную нагрузку величиной p , величины которых назначают с учетом параметров расчетных типов автомобилей.

В качестве расчетного типа принимают наиболее тяжелый автомобиль из систематически обращающихся по дороге, доля которых составляет не менее 10 % (с учетом перспективы изменения состава движения к концу межремонтного срока).

Приведение различных типов автомобилей к расчетному типу и приведение расчетного типа к расчетной схеме нагружения осуществляется в соответствии с указаниями СН РК 3.03-04.

Величину p принимают равной давлению воздуха в шинах. Диаметр расчетного отпечатка шины D определяют из зависимости:

$$D = \sqrt{\frac{40 \cdot Q_p}{\pi \cdot P}}, \quad (1)$$

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.

7.3 Учет характера действующей нагрузки (кратковременное многократное нагружение, статическое нагружение) осуществляется через принятие соответствующих значений расчетных характеристик конструктивных слоев, а также через введение коэффициента динамичности при назначении величины нагрузки.

7.4 В зависимости от вида расчета конструкции используют различные характеристики, отражающие интенсивность воздействия на нее подвижной нагрузки:

N - перспективную (на конец срока службы) общую среднесуточную интенсивность движения;

N_p - приведенное к расчетной нагрузке среднесуточное (на конец срока службы) число проездов всех колес, расположенных по одному борту расчетного автомобиля, в пределах одной полосы проезжей части (приведенная интенсивность воздействия нагрузки);

$\sum N_p$ - суммарное расчетное число приложения приведенной расчетной нагрузки к расчетной точке на поверхности конструкции за срок службы.

7.5 Перспективную общую среднесуточную интенсивность устанавливают по данным анализа закономерностей изменения объема перевозок и интенсивности движения при проведении экономических обследований или по данным технико-экономического обоснования.

7.6 Величину N_p приведенной интенсивности движения автомобильного транспорта на последний год срока службы, приведенный к расчетной нагрузке с учетом количества полос движения определяют по формуле

$$N_p = f_{пол} \sum_{m=1}^n N_m S_{m, сум.}, \quad ед/сут \quad (2)$$

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 10);

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_p (см. приложение А).

7.7 Суммарное расчетное число приложений расчетной нагрузки к точке на поверхности конструкции за срок службы определяют по формуле:

$$N_p = n_p N_p \frac{q^T - 1}{q - 1}, \quad (3)$$

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.

*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 10 - 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 - 1 Порядковый номер полосы считается справа по ходу движения в одном направлении.

2) Для расчета обочин принимается $f_{пол} = 0,01$.

3) 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 (2).

4) 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.

Расчет монолитных цементобетонных покрытий

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

$$K_{np} \leq \frac{R_N}{\sigma_r}, \quad (4)$$

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.

Расчетное сопротивление бетона на растяжение при изгибе определяют по формуле:

$$R_N = B_{tb} * K_{н.п.} * K_y * K_F \quad (5)$$

СП РК 3.03-103-2014*

где: B_{tb} - класс бетона на растяжение при изгибе;

$K_{н.п.}$ - коэффициент набора прочности со временем; для бетона естественного твердения для районов с умеренным климатом $K_{н.п.}$ - 1,2; для условий сухого и жаркого климата $K_{н.п.}$ = 1,0;

K_y - коэффициент усталости бетона при повторном нагружении;

$$K_y = 1,08 * (\sum N_p)^{-0,063} \quad (6)$$

или, в случае использования нетрадиционных вяжущих (шлаковых, шламовых, вяжущих на основе зол уноса),

$$K_F = 1,23 * (\sum N_p)^{-0,05} \quad (7)$$

K_F - коэффициент, учитывающий воздействие попеременного замораживания-оттаивания, равный 0,95.

Напряжения растяжения при изгибе определяют по одной из двух расчетных схем, учитывающих условия контакта плиты с основанием и местом расположения нагрузки.

Первая расчетная схема применяется для определения толщины покрытия при условии гарантированной устойчивости земляного полотна и отсутствия неравномерных осадок или выпучивания; характеризуется наличием полного контакта плит с основанием под всей площадью плиты.

Вторая расчетная схема применяется для определения расстояния между поперечными швами, а также толщины плит в особых условиях для дорог низких категорий при заданной их длине на участках с ожидаемыми неравномерными осадками или неравномерным пучением земляного полотна.

7.9 По первой расчетной схеме напряжения σ_{pt} (МПа) определяются, исходя из решений теории упругости, по следующим аппроксимирующей зависимости, отражающей наличие контакта плиты с основанием

$$\sigma_r = \frac{Q * K_m * 60 * K_{ycl} * K_{шт}}{h^2 * K_t} * \left(0,0592 - 0,21371 \lg \frac{R}{l_y} \right) \quad (8)$$

где Q - расчетная нагрузка, кН;

K_m - коэффициент, учитывающий влияние места расположения нагрузки; для неармированных покрытий K_m = 1,5; для покрытий с краевым армированием или площадок с расположением полос, начата не ближе чем 0,8 м от внешнего продольного края покрытия - K_m = 1,0 для продольного направления и K_m = 1,5 для поперечного;

K_{ycl} - коэффициент, учитывающий условия работы, K_{ycl} = 0,66;

$K_{шт}$ - коэффициент, учитывающий влияние штыревых соединений на условия контактирования плит с основанием; при наличии в поперечных швах штырей $K_{шт}$ = 1, при отсутствии штырей $K_{шт}$ = 1,05;

h – толщина плиты;

K_t – коэффициент, учитывающий влияние температурного коробления плит, определяемый по таблице 11.

R – радиус отпечатка колеса;

$$R = \sqrt{\frac{Q}{(0.1 * \pi * p)}}, \quad \text{см} \quad (9)$$

p – давление в шинах автомобиля;

l_y – упругая характеристика плиты, см;

$$l_y = h \sqrt[3]{E(1 - \mu_0^2)/6E_0^3(1 - \mu^2)}, \quad (10)$$

где E и μ – модуль упругости и коэффициент Пуассона бетона, определяемые по обязательному приложению А;

μ_0 – коэффициент Пуассона основания;

E_0^3 – эквивалентный модуль упругости основания. Эквивалентный модуль упругости основания E_0^3 , как многослойной конструкции, определяется путем последовательного приведения слоистой системы к двухслойной по формуле:

$$E_0^3 = \frac{E_i}{0.71 * \sqrt{\frac{E_{\text{общ}}^{i+1}}{E_i} * \arctg\left(\frac{1.35h_0}{D}\right) + \frac{2E_i}{\pi E_{\text{общ}}^{i+1}} * \arctg\frac{D}{h}}}, \quad (11)$$

$$\text{где } h_0 = 2h_i^* = \sqrt[3]{\frac{E_i}{6E_{\text{общ}}^{i+1}}}, \quad (12)$$

h_i – толщина i -го слоя, см;

$E_{\text{общ}}^{i+1}$ – общий модуль полупространства, подстилающего i -го слоя, МПа;

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

i – номер рассматриваемого слоя дорожной одежды, считая сверху вниз;

D – диаметр отпечатка колеса или площадки силового контактирования верхнего слоя с нижележащим; принимается $D = 50$ см; для сборного покрытия $D = 2a + h$ или $D = 2b + h$.

Таблица 11 - Коэффициента K_r , учитывающий влияние температурного коробления плит

Дорожно-климатическая	Значение K_r при толщине плиты, см																
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
III	0.95	0.93	0.90	0.87	0.84	0.92	0.79	0.76	0.72	0.69	0.66	0.64	0.62	0.59	0.57	0.55	0.53
IV	0.94	0.92	0.89	0.86	0.84	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.65	0.62	0.60	0.58	0.56	0.53	0.51
V	0.94	0.92	0.89	0.85	0.83	0.81	0.77	0.74	0.70	0.66	0.63	0.61	0.58	0.56	0.54	0.52	0.50

Модули упругости грунтов и материалов слоев, слагающих основание, определяются по обязательному приложению СП РК 3.03-104.

СП РК 3.03-103-2014*

Для нескольких значений толщин цементобетонного покрытия строим график зависимости $K_y = f(h)$, т.е.

$$K_y = \frac{Q_r * K_{np}}{Btb * K_{np} * K_f}, \quad (13)$$

С помощью этого графика определяют толщину покрытия, соответствующую требуемому $K_y = f(\sum N_p)$.

7.10 По второй расчетной схеме, полудлина плиты A (см), при опирании нагрузки на основание в ее центральной части, определяется по формуле:

$$A = 4(R + R_{pu}^{расч} * \frac{Bh^2}{60K_c Q}), \quad (14)$$

A толщина плиты h (см) на основе формул 4 и 14,

$$h = \sqrt{\frac{(\frac{A}{4} - R) 60K_c Q}{BR_{pu}^{расч}}}, \quad (15)$$

где: Q – в кН,

h , A и B – в см; B – полуширина плиты, см;

K_c - коэффициент скорости потери ровности основания; при ожидаемой общей просадке основания (земляного полотна) более 15 см, $K_c=1,2$, в остальных случаях $K_c=1$.

Расчет параметров конструкций и элементов деформационных швов

7.11 Необходимость устройства швов расширения определяется исходя из допустимых температурных напряжений сжатия $\sigma_t^{доп}$ (МПа), которые для оценочных расчетов можно принять равными

$$\sigma_t^{доп} = 0.031\sqrt{E * \gamma * h} \quad (16)$$

Или

$$\sigma_t^{доп} \approx A_t * h \quad (17)$$

Где γ – плотность материала плиты, т/м³;

h – толщина плиты, м;

$A_t = 19$ МПа/м.

Из условия сохранения прочности бетона в зоне швов $\sigma_t^{доп}$ не должно превышать $2B_t$.

7.12 Из условия прочности швы расширения устраивают если допустимые напряжения $\sigma_t^{доп}$ будут меньше фактических σ_t^Φ (МПа), определяемых по формуле:

$$\sigma_t^\Phi = \alpha E (T_{\max} - T_{\text{иск}}), \quad (18)$$

α - коэффициент линейной температурной деформации бетона, $1/^\circ\text{C}$, ($\alpha = 0,00001$ $1/^\circ\text{C}$);

$T_{\text{макс}}$ $T_{\text{исх}}$ - максимальная и исходная температура бетона в середине по толщине плиты, $^\circ\text{C}$ (см. таблицу 12).

Таблица 12 Максимальная и исходная температура бетона в середине по толщине плиты, $^\circ\text{C}$

Географическая широта местности (град. сев. ш)	Исходная температура бетона $T_{\text{исх}}$, $^\circ\text{C}$ при укладке		Максимальная расчетная температура бетона (на глубине 10 см) $T_{\text{макс}}$, $^\circ\text{C}$
	в апреле	в мае	
54 (г. Петропавловск)	18,0	32,5	48,0
52 (г. Астана)	19,5	39,0	48,5
42 (г. Шымкент)	39,0	55,5	65,0

7.13 Расстояние $L_{\text{расш}}$ (м) между швами расширения определяется по формуле:

$$L_{\text{расш}} = \frac{E \cdot \delta'_{\text{пр}}}{\sigma'_f - \delta'_{\text{пр}} \cdot \frac{h_{\text{пр}}}{h}}, \quad (19)$$

где $\delta'_{\text{пр}}$ - деформация сжатия прокладки шва расширения, м;

$$\delta'_{\text{пр}} = B_{\text{пр}} \cdot \frac{\sigma'_{\text{пр}}}{E_{\text{пр}}}, \quad (20)$$

$B_{\text{пр}}$ - ширина прокладки, м;

$E_{\text{пр}}$ - модуль упругости прокладки, МПа; для деревянных прокладок $E_{\text{пр}} = 8$ МПа;

$\sigma'_{\text{пр}}$ - обжатие шва расширения (напряжение при сжатии), МПа; для деревянных прокладок мягких пород $\sigma'_{\text{пр}} = 2$ МПа;

$h_{\text{пр}}$ - высота прокладки, м;

$$h_{\text{пр}} = h - 0,04 \text{ (м)} \quad (21)$$

7.14 Диаметр $d_{\text{шт}}$ (см) штырей в швах вычисляют по формуле

$$d_{\text{шт}} = \sqrt{\frac{10 P_{\text{шт}}}{A_d \cdot R_{\text{сж}} \cdot n \cdot K_d}}, \quad (22)$$

где: $P_{\text{шт}}$ - часть расчетной нагрузки на колесо, воспринимаемой штырей соединением:

$$P_{\text{шт}} = 0,9 Q \cdot \left(1 - \frac{\omega_{\text{шт}}}{\omega_{\text{пл}}}\right) \quad (23)$$

где $\omega_{шт}$ - податливость штырей при нагружении, мм: для швов сжатия $\omega_{шт}$ - 1,5 мм, для швов расширения $\omega_{шт}$ - 2 мм;

$\omega_{пл}$ - расчетный прогиб края плиты от действия нагрузки, мм; для песчаного и щебеночного основания $\omega_{пл}$ - 5 мм, для цементогрунтового основания $\omega_{пл}$ - 3 мм;

A_d - коэффициент длины зоны обжатия бетона в месте входа в него штыря; для швов сжатия $A_d = 3$, для швов расширения $A_d = 1,5$;

$R_{сж}$ - средняя прочность бетона на сжатие, МПа: допускается принимать $R_{сж} = 8B_{тб}$;

n - количество штырей на полосе наката или на длине l_y ;

K_d - коэффициент запаса, равный 0,75.

7.15 Длина штырей составляет $20d_{шт}$ плюс допуск, равный 5 см, плюс прибавка на установку температурного колпачка (5 см) и на ширину шва (3 см) для швов расширения.

Диаметр штырей в продольных швах определяется из требуемой площади поперечного сечения F_a (см²/м) арматуры:

$$F_a = \frac{0,2 * B * h * \gamma(f - i)}{R_s}, \quad (24)$$

где: f - коэффициент трения сцепления плиты с основанием, принимается $f = 1,5$;

i - поперечный уклон, доли единицы; $i = 0,05$;

R_s - расчетное сопротивление арматуры по СНиП 2.03.01-84*, кгс/см²;

B, h - в см; γ - в т/м³. Длина гладких штырей в продольных швах равна $40d_{шт} + 5$ см, из стержней периодического профиля - $35d_{шт} + 5$ см, при диаметре шпилек для крепления штырей 8 - 10 мм и при надежной приварке их к штырям - $22d_{шт} + 5$ см.

Обеспечение герметизации швов бетонных покрытий

7.16 Расчетную величину деформативности $\epsilon_{тг}$ (%) в конструкции без армирования швов, при которой материал герметика деформируется без разрыва, определяют по формуле:

$$\epsilon_{тг} = \frac{100 * (\sqrt{(\beta_n + n * \alpha * \Delta T)^2 + \omega^2} - \beta_n)}{\beta_n}, \quad (25)$$

где $\epsilon_{тг}$ - относительное удлинение или деформативность герметика (заполнителя паза шва) при максимальном растягивающем напряжении, %;

β_n - ширина паза шва;

n - коэффициент, учитывающий несрабатывание швов сжатия и объединение плит в плиту большего размера; $n = 2$ пл.: $n = 2$ пл.; $n = 3$; $n = 4$; $n = 5$ и т.д., определяется на момент производства герметизации швов;

α - коэффициент линейной температурной деформации бетона, (°C⁻¹);

ΔT - температурные изменения срединного слоя плиты в расчетный период времени, °C;

ω - прогиб (вертикальные смещения) плиты покрытия при расположении расчетной колесной нагрузки в расчетном месте по длине поперечного шва; определяется любым из методов расчета плит на упругом основании; величина прогиба также может быть

определена непосредственно перед герметизацией с помощью пробного зондирования, контрольной прокаткой автомобиля.

Полученную (требуемую) величину деформативности $\epsilon_{тг}$ сравнивают с предельной величиной деформативности материала, герметизирующего шов $\epsilon_{пг}$ по условию

$$\epsilon_{тг} \leq \epsilon_{пг} \quad (26)$$

где $\epsilon_{пг}$ должна соответствовать предельной относительной деформации растяжения в условиях расчетной температуры окружающей среды в районе расположения дороги в период наиболее холодных суток наиболее холодного периода года, назначаемых по СНиП РК 2.04-01 и СН РК 2.04-21.

при армированных швах сжатия

$$\epsilon_{тг} = \frac{100 * n * \alpha * \Delta T}{\beta_n}, \quad (27)$$

Расчет асфальтобетонных покрытий с цементобетонным основанием

7.17 Толщину слоя покрытия с цементобетонным основанием рассчитывают из условия прочности

$$K_{np} \leq \frac{R_N}{\sigma_r + \sigma_t}, \quad (28)$$

где σ_r - вычисляется по формуле (8) при $K_t = 1$ и K_m , определяемом исходя из условий эксплуатации и пояснений к этому коэффициенту (см п. 7.9). Толщина слоя при этом определяется в зависимости от величины сцепления между слоями асфальто- и цементобетона.

При гарантированном надежном во времени сцеплении учитывается совместная работа слоев на изгиб, при которой расчетная или эквивалентная толщина слоя

$$H_0 = h + h_a * \sqrt[3]{\frac{E_a}{E}}, \quad (29)$$

где: h - толщина нижнего слоя из цементобетона;

h_a - толщина верхнего слоя из асфальтобетона;

E_a - расчетный эквивалентный модуль упругости асфальтобетона (см. приложение Б СП РК 3.03-104).

Если сцепление верхнего слоя с нижним, или работа верхнего слоя на изгиб не гарантируется, то расчетную толщину принимают равной толщине нижнего слоя из цементобетона h , но при этом радиус отпечатка колеса увеличивается на толщину верхнего слоя.

При работе нижнего слоя без верхнего в течение более 2 месяцев, расчет ведут как для однослойного покрытия с учетом повторности нагружения в течение срока службы без верхнего слоя.

При устройстве бетонного основания, технология которого предусматривает уплотнение способом укатки, длину плит назначают равной 15 м, продольный шов предусматривают при ширине покрытия 9 м и более. Все швы устраивают без штырей.

СП РК 3.03-103-2014*

При устройстве бетонного основания по способу укатки с применением бетонов на основе вяжущих из отходов производства и техногенных продуктов, длину плит назначают равной 30 м, продольный шов предусматривают при ширине покрытия 9 м и более.

Напряжение σ_t от перепада температур по толщине нижнего цементобетонного слоя определяют по формуле:

$$\sigma_t = \frac{\alpha * E * \Delta t_{\text{с}}}{2}, \quad (30)$$

при этом

$$\Delta t_{\text{с}} = A_n * e^{\theta} * (1 - e^{\vartheta}), \quad (31)$$

где

$$\theta = \frac{-h\alpha \sqrt{\frac{\omega}{2a_{\text{та}}}}}{}, \quad \vartheta = \frac{-h \sqrt{\frac{\omega}{2a_{\text{тс}}}}}{}$$

A_n - перепад температуры в течение суток на поверхности асфальтобетонного покрытия $^{\circ}\text{C}$, определяемый, в зависимости от района строительства по таблице 13;

Таблица 13 Перепад температуры в течении суток на поверхности асфальтобетонного покрытия, $^{\circ}\text{C}$

Дорожно-климатическая зона	Расчетная амплитуда колебаний температуры t за сутки на поверхности покрытия	
	цементобетонного Бп	асфальтобетонного Ап
III	14,0	15,0
IV	15,5	16,5
V	16,5	17,5

ω - угловая частота суточных колебаний температуры, рад./ч: $\omega = 0,26$ рад./ч;

$a_{\text{та}}$, $a_{\text{тс}}$ - коэффициент температуропроводности соответственно асфальтобетона и цементобетона: $a_{\text{та}} = 0,002$ м²/ч; $a_{\text{тс}} = 0,004$ м²/ч.

Расчет толщины конструктивных слоев целесообразно проводить по периодам, увязанным с изменением интенсивности движения и межремонтными сроками службы покрытия. В течение каждого периода дорожная одежда работает с принятой надежностью. Задав толщину слоя основания и класс прочности бетона путем подбора толщины слоя асфальтобетона, строят график, показывающий изменение коэффициента прочности дорожной одежды в процессе эксплуатации. По оси абсцисс откладывают срок эксплуатации и соответствующую ему интенсивность расчетной нагрузки. По оси ординат - коэффициент прочности. Принимая различные толщины слоев основания и различные классы бетона, можно получить с учетом наращивания слоя покрытия в пределах заданного срока службы набор равнопрочных конструкций и затем путем технико-экономического анализа выбрать конструкцию с минимальной стоимостью.

7.18 Толщину верхнего слоя покрытия проверяют из условия работы на прочность при действии расчетной нагрузки по формуле, отражающей растяжение асфальтобетона в поперечном направлении в призме шириной поверху $2R$, понизу $(2R + 2h_a)$ и высотой h_a :

$$R_d * K_{ya} \geq \frac{\mu_a [Q - \pi * C_a * (R + h_a)^2]}{h_a * (2R + h_a)}, \quad (32)$$

где R_d - сопротивление асфальтобетона на растяжение при изгибе (см. приложение Г СП РК 3.03-104);

K_{ya} - коэффициент усталости (учитывающий многократное приложение нагрузки в течение суток) считается по формуле (16) СП РК «Проектирование дорожных одежд нежесткого типа»;

μ_a - коэффициент Пуассона для асфальтобетона;

C_a - сцепление между слоем асфальтобетона и цементобетона, не превышающее сцепление внутри слоя асфальтобетона (допускаемое напряжение по сдвигу). При отсутствии гарантированного сцепления принимается $C_a = 0$.

Мероприятия по замедлению развития трещин в асфальтобетонном покрытии

7.19 Для повышения трещиностойкости и уменьшения общего количества случайных трещин на покрытии в бетонных основаниях допускается применять чередование швов сжатия с армированными швами.

При устройстве бетонного основания производится размещение штырей: гладкого профиля в швах сжатия и периодического профиля в каждом трех последующих швах (после шва сжатия). Затем чередование повторяется. Далее осуществляют нарезку всех швов бетонного основания; устраивают асфальтобетонное покрытие. Осуществляют нарезку швов в покрытии, причем поперечные швы нарезают только над швами сжатия.

По другой технологической схеме может предусматриваться такое же распределение швов и армирования, но при этом допускается предварительная установка в зонах швов (в нижней части по высоте слоя) деревянных прокладок треугольного сечения (высотой 5 - 6 см) с целью направленного трещинообразования. В этом случае нарезку швов производят только в швах сжатия. После устройства покрытия нарезку швов осуществляют также только над швами сжатия.

Подобное мероприятие позволит замедлить возникновение трещин на покрытии между швами (на участках до 20 метров).

Количество арматуры в армированных швах устанавливается из условия

$$\frac{F_{a(ш.с)}}{F_b} \leq \mu_s < \frac{R_{bt,ser}}{R_{s,ser} - m * R_{bt,ser}}, \quad (33)$$

где $F_{a(ш.с)}$ - площадь сечения штырей в швах сжатия;

F_b - площадь поперечного сечения бетонного слоя; $F_b = B.h$;

μ_s - степень армирования сечения;

$R_{bt,ser}$ - расчетное сопротивление бетона осевому растяжению на момент твердения бетона и разделения бетонного основания на плиты (срабатывание швов);

$R_{s,ser}$ - расчетное сопротивление арматуры (класса А-II);

m - отношение соответствующих модулей упругости арматуры E_s и бетона E_b .

Расчет основания по условию сдвигоустойчивости подстилающего грунта и малосвязных конструктивных слоев

7.20 Дорожную одежду проектируют из расчета, чтобы под действием кратковременных или длительных нагрузок в подстилающем грунте или малосвязных (песчаных) слоях за весь срок службы не накапливались недопустимые остаточные деформации. Недопустимые деформации сдвига в конструкции не будут накапливаться, если в фундаменте земляного полотна и в малосвязных (песчаных) слоях обеспечено условие:

$$K_{np} \leq \frac{T_{don}}{T_p}, \quad (34)$$

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

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

Необходимые данные для расчета представлены в СП РК 3.03-104 «Проектирование дорожных одежд нежесткого типа».

Таблица 14 - Расчетный модуль упругости различных классов бетона

Класс бетона на растяжение при изгибе		B_{tb} 4,4	B_{tb} 4,0	B_{tb} 3,6	B_{tb} 3,2	B_{tb} 2,8	B_{tb} 2,4	B_{tb} 2,0	B_{tb} 1,6	B_{tb} 1,8	B_{tb} 0,8
$E_{расч}$, МПа	Тяжелый бетон	1770	1650	1600	1520	1420	1310	1150	930	780	650
	Мелкозернистый бетон	1400	1300	1250	1150	1100	1000	850	700	600	500

Проверка дорожной конструкции на морозоустойчивость и дренажную способность

*7.21 Допускается определять перемещения, напряжения и деформации в многослойных дорожных конструкциях без приведения их к упрощенным расчетным схемам, а по результатам аналитических и численных решений, а также на основе известных пакетов прикладных программ, реализующих совместный расчет всех конструктивных слоев дорожной одежды (*Изм.ред. – Приказ КДСиЖКХ от 14.06.2019 г. №96-НК*).

*7.22 Расчет морозозащитных слоев основания проводят исходя из следующих допустимых величин общего приподнятия от выпучивания:

- для цементобетонных покрытий при эксплуатации по первой расчетной схеме – 3 см;

- для цементобетонных покрытий при эксплуатации по второй расчетной схеме – 4 см.

Конструкцию считают морозоустойчивой, если соблюдено условие

$$l_{\text{пуч}} \leq l_{\text{доп}} \quad (35)$$

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

$l_{\text{доп}}$ – допускаемое для данной конструкции пучение грунта.

Расчет на морозоустойчивость допускается выполнять для характерных участков или групп характерных участков дороги, сходных по грунтовогидрологическим условиям, имеющим одну и ту же конструкцию дорожной одежды и схему увлажнения рабочего слоя земляного полотна.

Предварительная проверка на морозоустойчивость выполняется согласно СП РК «Проектирование дорожных одежд нежесткого типа» по разделу 6. Расчет конструкции на морозоустойчивость. При назначении расчетных значений глубины промерзания Z и расстояния до предзимнего уровня грунтовых вод допускается использовать карту глубин промерзания грунта земляного полотна (рисунок 6), при этом, 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.

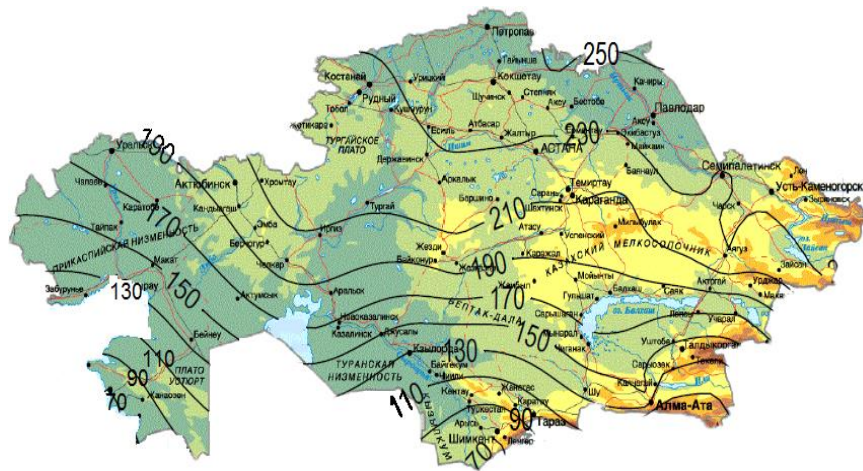


Рисунок 6. Карта глубины промерзания грунта земляного полотна

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Нормативные и расчетные характеристики цементобетона

1.1 К нормативным характеристикам дорожного цементобетона (далее «бетон») относятся: класс по прочности на растяжение при изгибе и на сжатие; модуль упругости; марка по морозостойкости; коэффициент линейной температурной деформации; коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона).

1.2 Нормативные прочность и морозостойкость бетона устанавливаются в проектах и должны приниматься в зависимости от назначения конструктивного слоя дорожной одежды.

1.3 Для строительства монолитных цементобетонных покрытий и оснований следует применять бетоны тяжелые и мелкозернистые по классификации ГОСТ 25192. Бетон должен отвечать требованиям ГОСТ 26633 и настоящих норм. При приготовлении бетонов допускается использовать вяжущие по ОТ РК 781, шламовые вяжущие по ТУ 7100 РК 39115423, КАДиСИК 169-2004, а также зольные вяжущие по действующей нормативно-технической документации.

1.4 Класс бетона по прочности следует принимать по таблице А.1, согласно таблице Л1 ГОСТ 10180-2012.

1.5 Значения начального модуля упругости бетона принимаются в зависимости от прочности бетона на растяжение при изгибе по таблице А.2. В случае, когда расчетной характеристикой является прочность бетона на сжатие, значения модуля упругости принимаются по СНиП РК 5.03-34 таблице 18, за исключением бетонов, приготовленных на нетрадиционных вяжущих, расчетные характеристики которых принимаются по таблицам А.3 - А.5 настоящего приложения,

1.6 Коэффициент линейной температурной деформации a_{tb} при изменении температуры от минус 40 °С до плюс 50°С для тяжелого и мелкозернистого бетонов принимается равным $1 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

1.7 Начальный коэффициент поперечной деформации бетона μ (коэффициент Пуассона) принимается равным 0,2 для тяжелого и мелкозернистого бетона.

1.8 Марка бетона по морозостойкости принимается по таблице А.6.

Таблица А.1 – Класс бетона по прочности

Конструктивный слой дорожной одежды	Категория автомобильной дороги	Интенсивность расчетной нагрузки, ед./сут.	Минимальные проектные классы по прочности	
			На растяжение при изгибе B_{tb}	На сжатие B
Монолитное однослойное покрытие или верхний слой двухслойного покрытия	I	Более 2000	4,4	35
	II, III	От 1000 до 2000	4,0	30
	IV	Менее 1000	3,6	25

Таблица А.1 – Класс бетона по прочности (продолжение)

Конструктивный слой дорожной одежды	Категория автомобильной дороги	Интенсивность расчетной нагрузки, ед./сут.	Минимальные проектные классы по прочности	
			На растяжение при изгибе R_{bt}	На сжатие R
Нижний слой двухслойных монолитных покрытий	I - II	Более 1000	3,2	-
	III - IV	Менее 1000	2,8	-
Монолитное основание под покрытием: цементно-бетонное и асфальтобетонное	I - IV	любая	0,8	-
Сборное покрытие (основание) из бетонных, слабо-армированных, железобетонных и предварительно напряженных железобетонных плит	I - IV	любая	3,6	25
<p>Примечание – 1) При соответствующем технико-экономическом обосновании для однослойного и верхнего слоя монолитных двухслойных покрытий автомобильных дорог I категории допускается применять бетон, как для дорог II и III категорий.</p> <p>2) Классы бетона по прочности на сжатие следует применять только для железобетонных и предварительно напряженных железобетонных покрытий, когда прочность на сжатие является расчетной характеристикой.</p> <p>3) Класс бетона по прочности устанавливается в возрасте 28 сут твердения в нормальных условиях по ГОСТ 10180 и ГОСТ 18105, если иной возраст не предусмотрен проектом.</p> <p>4) Под двухслойным понимается монолитное покрытие, включающее верхний и нижний слой, устраиваемые одновременным уплотнением верхнего и нижнего слоев (метод срачивания). Толщина верхнего слоя должна быть не менее 6 см.</p>				

Таблица А.2 – Значения модуля упругости бетона

Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе R_{bt}	Начальный модуль упругости E_b МПа, бетона	
	тяжелого	мелкозернистого
6,4	39000	-
6,0	38500	-
5,6	38000	-
5,2	37500	-
4,8	36500	30000
4,4	36000	28000
4,0	33000	26500
3,6	32000	25500
3,2	30000	24000
2,8	28000	22500
2,4	26000	20500

Таблица А.2 – Значения модуля упругости бетона (продолжение)

Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{tb}	Начальный модуль упругости E_b Мпа, бетона	
	тяжелого	мелкозернистого
2,0	23000	17000
1,6	19000	14000
1,2	16000	12000
0,8	13000	10000
Примечание – 1) Для определения модуля упругости мелкозернистого бетона, приготовленного на песках с модулем упругости менее 2,0 следует соответствующие табличные значения умножить на 0,9.		

Таблица А.3 – Расчетные характеристики бетонов, приготовленных на шлаковых вяжущих

Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{tb}	Начальный модуль упругости E_b Мпа, бетона	
	тяжелого	тяжелого
4,4	30000	26000
3,6	35000	29000
3,6	24000	20000
2,8	28000	24000
2,4	16000	13500
2,0	22000	18000

Таблица А.4 – Расчетные характеристики бетонов, приготовленных из зольных вяжущих

Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{tb} (P_{tb})	Начальный модуль упругости E_b Мпа, бетона	
	тяжелого	тяжелого
3,2	17000	-
2,8	15000	-
2,4	12000	-
1,6	8000	-

Таблица А.5 – Расчетные характеристики бетонов, приготовленных на шлаковых вяжущих

Класс бетона по прочности на растяжение при изгибе B_{tb} (P_{tb})	Начальный модуль упругости E_b Мпа, бетона	
	тяжелого	тяжелого
3,2	21000	-
2,4	14000	-
1,6	12000	-

Таблица А.6 – Минимальные проектные марки бетона по морозостойкости

Конструктивный слой дорожной одежды	Минимальные проектные марки бетона по морозостойкости (F) для районов со среднемесячной температурой воздуха наиболее холодного месяца, °С		
	от 0 до минус 5	от минус 5 до минус 15	ниже минус 15
Однослойное покрытие или верхний слой двухслойного покрытия	100	150	200
Нижний слой двухслойного покрытия	50	50	100
Основание	50	50	50
Примечание – 1) Марки по морозостойкости устанавливаются по ГОСТ 10060.0. 2) Среднемесячная температура наиболее холодного месяца района строительства определяется по СНиП РК 2.04-01; СН РК 2.04-21.			

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(информационное)

ПРИМЕР 1

Требуется запроектировать дорожную одежду с цементобетонным покрытием на дороге I технической категории.

Исходные данные:

- ширина проезжей части для движения в одном направлении – 3,75х2 м;
- ширина земляного полотна (с учетом обочин) – 27.5 м;
- количество полос движения – 4;
- расчетный срок службы покрытия – 25 лет;
- расчетная нагрузка на дорожную одежду типа А₂;
- статистическая нагрузка на поверхность покрытия от колеса расчетного автомобиля – Q = 65 кН;
- давление воздуха в шинах - p = 0,6 МПа;
- расчетный диаметр отпечатка колеса: движущегося D = 42; неподвижного D = 37 см;
- показатель ежегодного роста интенсивности движения q = 1,06;
- дорожно-климатическая зона – IV;
- схема увлажнения рабочего слоя – 1;
- грунт земляного полотна – суглинок легкий пылеватый;
- глубина промерзания – 2,0 м;
- глубина залегания грунтовых вод – 1,8 м;
- материал покрытия – бетон класса Вtb4,4;
- материал основания – щебеночно-песчаная смесь укрепленная 7 % цемента, E_{щпс} = 600 МПа;
- нижний слой – оптимально-подобранная щебеночная смесь С4, E_{шс} = 230 МПа;
- требуемый уровень надежности 0,95, коэффициент прочности 1,0.

1. Интенсивность движения по составу транспортного потока, приведенная к расчетной нагрузке А₂ (13т), представлена в таблице Б.1

Таблица Б.1 - Расчет интенсивности движения, приведенный к расчетному грузовому автомобилю

Категория транспортных средств	Интенсивность движения на 2013 год, авт/сут (N)	Коэффициенты приведения S _{тсум} к расчетной нагрузке	Приведенная интенсивность к расчетному грузовому автомобилю
Легковые и микроавтобусы	8264	0	0
Автобусы средней вместимости	45	0,011	0,5
Автобусы большой вместимостью	82	0,23	18,77
Малые грузовики грузоподъемностью до 2 т	205	0,002	0,410

Таблица Б.2 –Исходные данные для расчета (продолжение)

Категория транспортных средств	Интенсивность движения на 2013 год, авт/сут (N)	Коэффициенты приведения $S_{m, \text{сум}}$ к расчетной нагрузке	Приведенная интенсивность к расчетному грузовому автомобилю
Двухосные грузовики грузоподъемностью до 2 - 5 т	306	0,06	18,36
Двухосные грузовики грузоподъемностью до 5 - 10 т	213	0,46	97,98
Трехосные грузовики грузоподъемностью до 5 - 10 т	407	0,17	69,19
Трехосные грузовики грузоподъемностью до 10 - 20 т	303	2,67	809,01
Двухосные грузовики с прицепом (11 - 11)	95	0,89	84,55
Трехосные грузовики с прицепом (11 - 12)	75	0,89	66,75
Двухосные седельные тягачи с полуприцепами (111)	50	0,61	30,5
Двухосные седельные тягачи с полуприцепами (112)	51	2,55	130,05
Двухосные седельные тягачи с полуприцепами (113)	23	4,73	108,79
Трехосные грузовики с прицепом (12-11)	258	3,3	851,4
Трехосные грузовики с прицепом (12 - 12)	81	3,3	267,3
Трехосные седельные тягачи с полуприцепами (122)	116	3,9	452,4
Трехосные седельные тягачи с полуприцепами (123)	92	6,08	559,36
Трактора легкие с прицепом	29	0,006	0
Трактора тяжелые с прицепом	30	0,01	0,3
Итого:	10 725		3 566

2. Вычисляем величину N_p приведенной интенсивности движения автомобильного транспорта на последний год срока службы, приведенный к расчетной нагрузке с учетом количества полос движения определяют по формуле (2):

$$N_p = f_{\text{пол}} \sum_{m=1}^n N_m S_{m, \text{сум}} = 0,35 * 3566 = 1248 \text{ авт/сут}$$

Расчетное суммарное количество приложений расчетной нагрузки A_2 (13т) по формуле (3) $\sum N_p = n_p N_p \frac{q^T - 1}{q - 1} = 365 * 1248 * \frac{1,06^{25} - 1}{1,06 - 1} = 18\,970\,544$

Требуемый уровень надежности и соответствующий коэффициент прочности определяется по таблице 8 СП РК 3.03-104

- для вычисленной интенсивности движения, приведенной к расчетной нагрузке (1248 авт/сут), уровень надежности – 0,95, коэффициент прочности – $K_{пр} = 1,00$.

3. Определяем расчетную влажность грунта рабочего слоя по формуле (В.1) приложения В СП РК 3.03-104

$$w_p = \bar{w} \times (1 + 0,1t) = 0,60 * (1 + 0,1 * 1,71) = 0,70$$

4. По таблице В.3 приложения В. СП РК 3.03-104 для суглинка легкого пылеватого находим следующие расчетные характеристики, согласно полученному значению характеристик влажности грунта и найденные значения внесены в таблицу Б.2.

Согласно раздела 4.2. СП РК 3.03-104 предварительно назначаем покрытие конструкции дорожной одежды и значения расчетных параметров, которые представлены в таблице Б.2.

Согласно разделу 6. Конструирование дорожных одежд СН РК 3.03-104, назначаем количество конструктивных слоев, толщины и их основные характеристики, которые представлены в таблице Б.2.

Основные характеристики представляем в таблице Б.2.

Таблица Б.2 - Исходные данные для расчета

Материал	Н слоя, см	Е МПа, при расчете		Расчет на растяжение при изгибе и сдвиге			
		по допустим ому упругому прогибу	по сдвигу устой чивости	Е, МПа	\bar{R}_y , М Па	φ°	С, МПа
Цементобетонное покрытие	25	36000	-	-	-	-	-
ЩПС укрепленная цементом 7 %	20	600	600	600	0,8	-	-
Щебеночно-песчаной смеси С4	35	250	250	250	-	-	-
ПГС	30	180	180	180	-	45	0,02
Суглинок легкий пылеватый	-	46	-	-	-	18	0,016

5. Расчет по допускаемому прогибу ведем послойно снизу вверх, начиная с подстилающего грунта, с использованием номограммы (рисунок 4 СП РК 3.03-104). Результаты расчета сведены в таблицу Б.3.

Таблица Б.3 – Расчет дорожной одежды по упругому прогибу

Наименование материала	Модуль упругости, Е Мпа	Н, слоя см	h/D	E_n/E_c	$E_{общ}/E_c$	$E_{общ}$, Мпа
цементобетонное покрытие	36000	25	-	-	-	-
ЩПС укрепленная цементом 7 %	600	20	0,476	0,242	0,43	258
Щебеночно-песчаной смеси С4	250	35	0,833	0,36	0,58	145
ПГС	180	30	0,714	0,256	0,5	90
Суглинок легкий пылеватый	46					

6. Определяем расчетную прочность бетона по формуле (6) при $\sum N_p = 24\,991\,883$:

$$K_y = 1,08 * (\sum N_p)^{-0,063} = 1,08 * 0,345 = 0,376$$

7. Расчетное сопротивление бетона на растяжение при изгибе определяют по формуле (5) при $K_y = 0,37$:

$$R_N = B_{tb} * K_{н.п.} * K_y * K_F = 4,4 * 1,2 * 0,37 * 0,95 = 1,86$$

8. Определяем толщину покрытия.

а) По формуле (А.3) приложения А СП РК 3.03-104, определяем расчетную нагрузку:

$$Q_{\partial n} = K_{\partial n} \cdot Q_n = 1,3 * 65 = 84,5 \text{ кН}$$

б) Определяем отпечаток колеса по формуле (9) при $p = 0,6$:

$$R = \sqrt{\frac{Q}{(0,1 * \pi * p)}} = 21,178 \text{ см.}$$

в) Для нескольких значений h определяем L_y , K_t , Q_r , K_y и значения указанных величин приведем в таблицу Б.4:

l_y – упругая характеристика плиты определяем по формуле (10) см, $E_0^3 = 252$:

$$l_y = h^3 \sqrt{E(1 - \mu_0^2) / 6E_0^3(1 - \mu^2)}$$

где E и μ – модуль упругости и коэффициент Пуассона бетона, определяемые по обязательному приложению А п.1.7, принимаем равным 0,2;

μ_0 – коэффициент Пуассона основания, принимаем равным 0,3

E_0^3 – эквивалентный модуль упругости основания, принимаем равным $E_0^3 = 246$

По таблице 8 определяем K_t для каждой толщины слоя, значения которых мы оформляем в таблице В.4 .

По формуле (8) определяем расчетное наибольшее растягивающее напряжение в материале слоя Q_r , МПа:

$$\sigma_r = \frac{Q * K_m * 60 * K_{ysl} * K_{шт}}{h^2 * K_t} * \left(0,0592 - 0,21371lg \frac{R}{l_y} \right)$$

где Q – расчетная нагрузка, кН;

K_m – коэффициент, учитывающий влияние места расположения нагрузки; для неармированных покрытий $K_m = 1,5$;

K_{ysl} – коэффициент, учитывающий условия работы; $K_{ysl} = 0,66$;

$K_{шт}$ – коэффициент, учитывающий влияние штыревых соединений на условия контактирования плит с основанием; при наличии в поперечных швах штырей $K_{шт} = 1$;

h – толщина плиты;

K_t – коэффициент, учитывающий влияние температурного коробления плит, определяемый по таблице 11.

R – радиус отпечатка колеса;

l_y – упругая характеристика плиты, см;

Определяем по формуле (13) значение K_y :

$$K_y = \frac{Q_r * K_{np}}{Btb * K_{np} * K_f},$$

Таблица Б.4 – Значения величин L_y , K_t , Q_r , K_y

№ конструктивного слоя дорожной одежды	Значение h , см	L_y , см	K_t	Q_r	K_y
h1	20	56,976	0,84	2,256	0,427
h2	22	62,674	0,78	2,126	0,403
h3	24	68,371	0,71	2,062	0,390
h4	25	71,220	0,68	2,028	0,384
h5	26	74,069	0,65	2,004	0,379
h6	27	76,918	0,62	1,987	0,376
h7	28	79,766	0,59	1,978	0,375
h8	29	82,615	0,56	1,977	0,374

Для нескольких значений толщин цементобетонного покрытия строим график зависимости $K_y = f(h)$, с помощью которого находим значение $h=27$ см соответствующее требуемому значению $K_y = 0,376$

Проверка прочности и надежности бетона осуществляется по формуле (4):

$$K_{np} \leq \frac{R_N}{\sigma_r},$$

$$K_{np} = 1,0, \text{ тогда } 1,0 \leq 1,9/1,9$$

Условие по прочности бетона при растяжении на изгиб выполнено

Расчет по сдвигу в грунте земляного полотна

По таблице 12 находим для тяжелого бетона $E_{расч} = 1770$ МПа

Расчет производится в соответствии с п.п. 4.2.11-4.2.16

$$E_{ср} = (25 \cdot 1770 + 20 \cdot 600 + 35 \cdot 250 + 30 \cdot 180) / 110 = 640$$

$$E_{ср}/E_{гр} = 640/46 = 13,9, \quad h/D = 110/42 = 2,62$$

При $\varphi_{гр} = 18^\circ$ с помощью номограммы рисунка 2 СП РК 3.03-104 находим удельное напряжение от временной нагрузки в нижнем слое двухслойной системы

$$\tau_n = 0,006 \text{ МПа}$$

С помощью номограммы (рисунок 4) СП РК 3.03-104, находим удельное напряжение от общей толщины дорожной одежды

$$\tau_d = - 0,001$$

Расчетное активное напряжение сдвига в грунте определяется по формуле (10) СП РК 3.03-104

$$T_p = \bar{\tau}_n P + \tau_d = 0,006 \cdot 0,6 - 0,001 = 0,0026 \text{ МПа}$$

где τ_d - напряжение от веса дорожной одежды, находится по номограмме (рисунок 2);

$\bar{\tau}_n$ - активное удельное напряжение сдвига от единичной нагрузки, определяемое с помощью номограмм (рисунок 2 СП РК 3.03-104);

p - расчетное давление колеса на покрытие, МПа, принимаемое $p = 0,06$

При определении $\bar{\tau}_n$ по номограмме (рисунок 3, 4 СП РК 3.03-104), величину φ грунта принимают по таблице В.3 приложения В СП РК 3.03-104 величину φ для малосвязных слоев принимают по таблице Б.9 приложения Б СП РК 3.03-104.

Допускаемое напряжение сдвига грунта определяют по формуле (11) СП РК 3.03-104.

$$T_{дон} = c_{зр} k_1 k_2 k_3 = 0,016 \cdot 0,6 \cdot 0,64 \cdot 1,5 = 0,0086 \text{ МПа}$$

где $c_{зр}$ - 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 в зависимости от расчетной приведенной интенсивности N_t , вычисляемой по формуле (12) СП РК 3.03-104:

$$N_t = 1248 * 1,06^{25-1} = 5053; \quad K_2 = 0,52$$

k_3 - коэффициент, учитывающий особенности работы грунта конструкции на границе песчаного слоя с нижним слоем несущего основания. Значения k_3 с учетом характера грунта принимаем равным 6,0.

Активное напряжение сдвига в грунте рассчитывается по формуле (11) СП РК 3.03-104.

$$T_{дон} = c_{cp} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 0,016 * 0,6 * 0,52 * 1,5 = 0,0075$$

Проверяем выполнение условия по критерию сдвига формулы (2) СП РК 3.03-104

$$T_{дон}/T_p = 0,0086/0,0075 = 1,15$$

$$K_{np} \leq \frac{T_{дон}}{T_p}$$

$$1 \leq 1,15$$

Следовательно, конструкция удовлетворяет условию прочности по сдвигу в песчаном слое основания.

Расчет конструкции на морозоустойчивость

Грунт земляного полотна (суглинок легкий пылеватый) является чрезмернопучинистым по СП РК 3.03-104 (таблица 8).

Условие морозоустойчивости - $l_{пуч} \leq l_{доп}$

$l_{доп} = 4$, согласно таблице 6 СП РК 3.03-104

Дополнительные условия:

Расчет выполняют для дорожной одежды толщиной $Z_1 = 110$ см при глубине залегания грунтовых вод $H = 180$ см от поверхности земли.

а) Находим по данным гидрометеослужбы среднюю глубину промерзания $Z = 200$ см для условий г. Астана и определяем глубину промерзания дорожной конструкции:

$$Z = 200 + 77 = 277 \text{ см,}$$

где 77 см - поправка, определения глубины промерзания дороги, определяется по СП РК 3.03-104.

б) Для глубины промерзания 277 см по номограмме (рисунок 8 СП РК 3.03-104) для пучинистых грунтов (суглинок тяжелый) определяем величину морозного пучения для осредненных условий при толщине дорожной одежды 110 см:

$Z_1/Z = 110/277 = 0,4$; $Z/H = 0,8$. (рисунок 8 СП РК 3.03-104) $l_{пуч} \times \alpha_0 / B \times Z = 0,48$;
 где α_0 определяем по карте (рисунок 9) -210 см; $B = 3,0$ (по таблице 8) - для суглинка легкого пылеватого $Z = 277$; $l_{пуч(ср)} = B \times Z / \alpha_0 = 3,95$ см, что меньше допустимого, равного 4 см (согласно таблицы 6).

Условие на морозоустойчивость выполняется: $l_{пуч} \leq l_{доп}$ $3,95 \leq 4$

УДК 625.731.7

МКС 93.080.01, 93.080.10, 93.080.20

Ключевые слова: автомобильные дороги, конструкция жесткой дорожной одежды, покрытие, продольные и поперечные швы (сжатия и расширения), основание, нагрузки расчетного автомобиля.

Ресми басылым

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҰЛТТЫҚ ЭКОНОМИКА МИНИСТРЛІГІНІҢ
ҚҰРЫЛЫС, ТҰРҒЫН ҮЙ-КОММУНАЛДЫҚ ШАРУАШЫЛЫҚ ІСТЕРІ ЖӘНЕ
ЖЕР РЕСУРСТАРЫН БАСҚАРУ КОМИТЕТІ**

**Қазақстан Республикасының
ЕРЕЖЕЛЕР ЖИНАҒЫ**

ҚР ЕЖ 3.03-103-2014*

ҚАТТЫ ЖОЛ ТӨСЕМЕЛЕРІН ЖОБАЛАУ

Басылымға жауаптылар: «ҚазҚСҒЗИ» АҚ

050046, Алматы қаласы, Солодовников көшесі, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – қабылдау бөлмесі

Издание официальное

**КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО
ХОЗЯЙСТВА И УПРАВЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ МИНИСТЕРСТВА
НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**СВОД ПРАВИЛ
Республики Казахстан**

СП РК 3.03-103-2014*

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Ответственные за выпуск: АО «КазНИИСА»

050046, г. Алматы, ул. Солодовникова, 21
Тел./факс: +7 (727) 392-76-16 – приемная