

11. Oluwole, A. F., & Gbadebo, A. M. (2018). Design and simulation of wastewater treatment plant using MATLAB/Simulink. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 22(9), 1397-1403.

12. Osunkoya, O. O., & Fatokun, C. O. (2019). Modelling and simulation of wastewater treatment process: A review. *Journal of King Saud University-Engineering Sciences*, 31(4), 453-460.

13. Shell Canada. (2014). Shell Quest carbon capture and storage project: technology overview. Retrieved from https://www.shell.ca/en_ca/media/news-and-media-releases/archive/2014-media-releases/shell-quest-carbon-capture-and-storage-project-technology-overview.html.

ӘОК 625.84

АВТОМОБИЛЬ ЖОЛ ҚҰРЫЛЫСЫНДА БЕТОН ЖАБЫНДАРЫН ҚОЛДАНУ ТИІМДІЛІГІ

Сүннатілла Жанерке Нажмитдинқызы

zh.sunnatilla@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ магистранты, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Ж.Шахмов

Бетоннан төселген күре жолдар біздің елге климаттық жағдайлары ұқсас мемлекеттерде, атап айтсақ, Канада, Швеция, АҚШ, Германия, Корея мен Қытайда ұзақ жылдар бойы пайдаланылып келеді. Бүгінгі таңда Қазақстандағы бетонды жолдардың ұзындығы 1,6 мың шақырымды құрайды. Мұндай жабынды "Нұр-Сұлтан-Шортанды", "Нұр-Сұлтан-Ерейментау-Шідерті", "Алматы-Шелек-Қорғас", "Алматы-Талдықорған", "Алматы-Тараз-Шымкент-Ташкент", "Шымкент-Түркістан", "Нұр-Сұлтан-Қарағанды" тасжолдарының учаскелерінде бар.

Бетоннан жасалған алғашқы жабынды 1891 жылы Джордж Бартоломей Огайо штатының Беллефонтейн қаласына салған. Ол Германия мен Техаста цемент өндірісі туралы біліп, Огайо штатының орталық бөлігінде әктас пен саздың қажетті шикізатының таза көздерін тапты. 100 жылдан астам уақыт өткен соң, жол жабынының бір бөлігі әлі күнге дейін қолданыста [1].

Бетон жабындарының түрлері. Бетон жабындарының әртүрлі түрлері бар, дегенмен, олардың барлығы негізінен екі ортақ қасиетке ие. Біріншіден, олар бетонның иілуімен көлік жүктемесіне қарсы тұрады. Арматураны қолданған кезде жарықтар мен жүктемені бақылауға болады. Екінші ерекшелігі-бетон жабындары бетон құрғаған кезде шөгуге негізделген, сонымен қатар жылу әсерінен кеңейіп, кішірейеді [2].

Біріктірілген жазық бетон жабын (Jointed Plain Concrete Pavement). JPCP жабыны, ұзындығы 3,6-6,0 м арматураланбаған бетон жабыннан тұрады, жабындар арасында көлденең шөгілетін тігістер бар (1-сурет). Тігістер бір-біріне жеткілікті жақын орналасқан, сондықтан жол төсемінің қызмет ету мерзімі аяқталғанға дейін жабындарда жарықтар пайда болмайды. JPCP жағдайында кеңейту және сығылу тігістер арқылы қарастырылады. JPCP өнімділігінің маңызды мәселелерінің бірі-жүктемені тігістер арқылы беру.

Толтырғыш тігістері жазықтық жасау үшін төсем арқылы 4 - 3 жолды аралау арқылы қалыптасады. Содан кейін жарықшақ жол төсемінің шартта көрсетілген қалдық қалыңдығы бойынша таралады. Бұл жарықшақ жасыл цемент пастасы арқылы толтырғыштың айналасында таралатындықтан, кедір-бұдыр бетке ие және жарықшақ тар болып қалғанда, қосылыс жарықшақтағы толтырғыш бөлшектер арқылы жүктемені бір жабыннан екіншісіне бере алады.

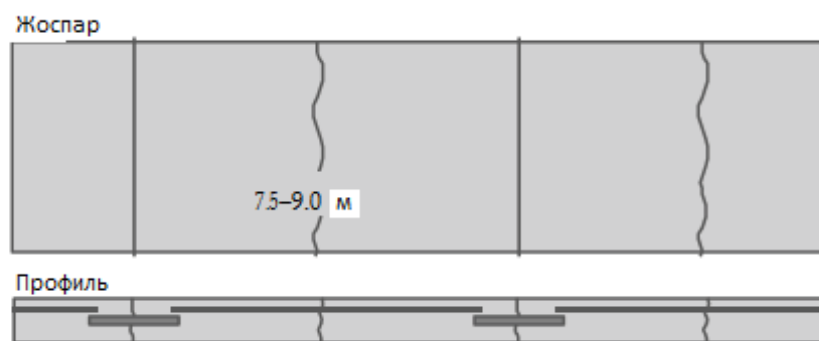


1-сурет. Біріктірілген жазық бетон төсемдер (JPCP)

Жол төсемі жоғары жылдамдықтағы көліктермен ауыр тиелген кезде, толтырғыш уақыт өте келе тозып, жабынның қызмет ету мерзімінде жарықшақтардың алдын ала алмайды. Бұл жағдайда жүктемені беру үшін тігіс бойымен түйіспелі штангалар орнатылады. Түйіспелі штангалар тегіс шыбықтар болып саналады, әдетте қарапайым немесе эпоксидті жабынмен қапталған болат, қарсылықсыз қосылыстарды ашу және жабу үшін бір жағынан майланған немесе майланған. Таяқшалар мен өзектердің екі маңызды қызметі бар. Біріншіден, іргелес жабындарда дифференциалды тік қозғалысты болдырмау үшін қолданылады немесе ақаулардың пайда болуын, екіншіден, олар көлденең қозғалысты қамтамасыз етеді, осылайша тігістер зақымданбай ашылып, жабылуы мүмкін.

JPCP - бетон жабынының ең жиі қолданылатын түрі, өйткені ол әдетте ең арзан жабын түрі болып табылады. Бұл үнемді, өйткені болатты орналастыру үшін болат арматурасына немесе жұмыс күшіне ақша жұмсаудың қажеті жоқ. Көптеген аймақтарда мердігерлердің басқа бетон төсем түрлеріне қарағанда JPCP бойынша тәжірибесі көбірек.

Біріктірілген темірбетон жабындары (Jointed Reinforced Concrete Pavements). Темірбетон төсемі немесе JRCP JPCP-ден ұзынырақ тақталармен және жабындардағы жеңіл арматурамен ерекшеленеді. Арматураның бұл түрі термиялық созылу кернеулерін қабылдау үшін арматура деп аталады. JRCP төсеміне арналған плиталардың ұзындығы әдетте 7,5-тен 9 м-ге дейін ауытқиды, дегенмен ұзындығы 30 м дейінгі жабындар қолданылады (2-сурет). Бұл ұзын тақтайшалармен тігістерді түйреуіштермен біріктіру керек.

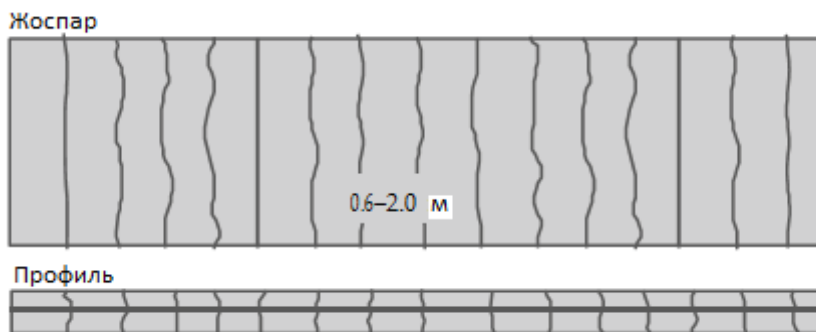


2-сурет. Біріктірілген темірбетон жабын (JRCP)

Пластиналардағы болат мөлшерінің диапазоны негізінен көлденең бағытта, көлденең қиманың 0,10-0,25% құрайды. Жеке арматураны, сым арматуралық торларды және торларды қолдануға болады. Болат бейтарап оське немесе жабынның ортасына орналастырылғандықтан, ол бетонның иілу өнімділігіне әсер етпейді және тек жарықтарды біріктіру үшін қызмет етеді. Бұрын JRCP кеңінен қолданылғанымен, олар бүгінгі күні кеңінен қолданылмайды. Тігістер JPCP-ге қарағанда бір-бірінен алшақ орналасқандықтан, олар көбірек ашылады және жабылады, ал тігістер кеңірек ашылғанда жүктеменің

тасымалдануы зардап шегеді. JRCP тігістері әрқашан байланыстырушы түйреуіштерді пайдаланады.

Жіксіз темірбетон жабын (Continuously Reinforced Concrete Pavements). Жіксіз темірбетон төсемі немесе CRCP, құрылыс және оқшаулағыш тігістерді қоспағанда, ауыр болат арматураның болуымен және тігістердің болмауымен сипатталады. CRCP үшін JRCP-ге қарағанда әлдеқайда көп болат пайдаланылады, әдетте бойлық бағытта шамамен 0,4-0,8% көлем. Көлденең бағытта болат термиялық созылу кернеулерін сіңіру үшін арматура түрінде төмен пайызбен қамтамасыз етіледі [3].



3-сурет. Жіксіз темірбетон жабын (CRCP)

Жол құрылысында цемент-бетонды жабындарды қолданудың тиімділігін анықтау үшін асфальт және цементбетонды жолдардың көрсеткіштерін салыстыру талдауы жүргізілді (1-кесте).

Цемент бетон төсемдерін пайдалану жай-күйін бағалау. Пайдаланудың алғашқы жылы цементбетон жамылғысына хлорлы тұздар (құмдытұзды қоспалар) кері әсер етеді. Бетонның бұзылуына тоңумен бірге хлоридтердің агрессиялық әсер етуі себеп болады. Хлоридтың көмегімен қар мен мұзды еріту үдерісі үлкен жылылықты талап етеді, ол бетонның үстіңгі бетінің кенеттен салқындауына алып келеді. Бұл үдеріс кенеттен салқындаған бетонның үстіңгі беті мен жылы терең орналасқан қабаттар арасында кернеудің пайда болуына себеп болады. Хлорид-иондар бетон қалыңдығына енеді. Беріктігін сынау тестілері бұл үдеріс бетон беріктігінің төмендеуіне алып келетінін көрсетеді. Цементбетон қоспаларын төсеудің алғашқы жылы бетон карбондалады және қажетті суыққа төтеп беру шегіне жетеді, сол себептен де осы кезеңде хлоридтерді пайдалану оның белсенді таптанудан қорғауды төмендетіп, нәтижесінде қабыршықтану мен кіші сызаттар пайда бола бастайды, олар сумен толып, тоңудың бірнеше кезеңінен кейін бетон бұзылады [5].

Қазақстан Республикасы мен Ресей Федерациясының пайдалану тәжірибесінен цементбетон жамылғыларында хлорлы тұздар негізіндегі көктайғаққа қарсы материалдарды цементбетон жамылғысы төселген уақытынан бастап бір жыл бойы пайдалану рұқсат етілмейді. Осы кезеңде (пайдаланудың алғашқы жылы) цементбетон жамылғысы бар жолдарда көктайғақпен күресуде құрамында калий, аммоний ацетаты, сұйық түрінде, калий, магний нитраты, қатты түріндегі несепнәр бар ацетат және карбамид негізіндегі КҚМ қолдану ұсынылады. Экономикалық тұрғыдан бұл материалдарды қолдану мүмкін болмаған жағдайда, құрамында хлорлы тұздар жоқ үйкелме материалдарды қолдану және қар жауған кезде қарқынды кезекті тазалау жұмыстарын жүргізу ұсынылады.

Бетон бетін арнайы құрамдармен бекіту. Майлау бекіту құрамдарын цемент бетон төсемінің жоғарғы бет қабатының беріктігін жоғарлату үшін пайдаланады, тиісінше көптеген жағдайларда пайдалану барысында төсемнің жоғарғы бет қабатының басылуы, бетонның аязға жеткіліксіз төзімділігінен-құрылыс кезінде жұмыстың технологиясын бұзғаннан болады. Сондықтан бет қабаты алынуға апаратын, басталған бұзылу процесін бәсеңдету (тоқтату) бетон бетін арнайы құраммен өңдеу арқылы мүмкін. Бетон бетін тұрақтандыру бұзылудың басты кезеңінде (бет қабаты алынуы), яғни цемент тасының бұзылуы 5 мм тереңдігіне жетпей тұрып жүргізу қажет.

Бетон бетін тұрақтандыру бойынша жұмыстар ерекшелігі, бұзылған учаскелерден басқа, плиталардың көрші учаскелерінде жұмыстарды орындау қажеттілігінен тұрады. Бұзылған учаскелердің шекаралары мен өлшемдерін анықтау үшін, осы плиталардың диагностикасын өткізеді. Диагностика 100 мм дейін базада ультра дыбыстық толқындар таралу жылдамдығын өлшеу құралдары бойынша жүргізіледі, бұл төменде жатқан қабатты қоса отырып бетіндегі қабаттың жай-күйі туралы ақпаратты алуды қамтамасыз етеді.

Бетонды нығайту үшін бетонның бу өткізгіштігін қамтамасыз ететін құрамдарды пайдалану ұсынылады, атап айтқанда магний фторсиликаты ерітіндісін, жіңішке дисперсті цементтер негізінде дайындалған, цемент-су суспензияларын, сонымен қатар полиэтилгидросилоксана ерітіндісін [6].

1-кесте. Асфальтты және цементбетонды жолдарды салыстырмалы талдау [4]

Көрсеткіштердің атауы	Жабын түрі	
	Цемент-бетон	Асфальт-бетон
Жөндеусіз қызмет ету мерзімі	20-30 жыл	5-8 жыл
Өту қауіпсіздігі (жолдың қандай да бір зақымдануы, жол жұмысшыларының қауіпсіз жұмысы, пластикалық деформациялар)	жоғары	қалыпты
Жоғары оң температурада үлкен көліктердің шектеулі сапарлары	жоқ	бар
Бензинге немесе майларға төзімділігі	жоғары	төмен
Төтенше ауа райы жағдайларына төзімділігі(аяз-ыстық-ыстық)	тұрақты	тұрақсыз
Жол құрылысы бюджеті	Ұзақ мерзімді пайдалану, жабынды жөндеу шығындары және жақсартылған өнімділік тұрғысынан бетон жолдарды салудың экономикалық артықшылығы.	Бастапқы экономикалық артықшылық. Жолды пайдалану уақытының ұлғаюымен соңғы құнның өсуі
Құрылыс жұмыстарынан кейін жолдағы жұмыс қозғалысының басталуы	Бетонның қажетті беріктігіне жеткеннен кейін	Орнатқаннан кейін бірден дерлік
Көліктің отын үнемдеу	Иә, жүк көліктерінің 20% дейін, жеңіл автокөліктердің 12% дейін	Жоқ
Шикізатты пайдалану	Жергілікті цемент және инертті материалдар Материалдарды қайта өңдеу мүмкіндігі Жолдың төменгі қабатын үнемдеу	Импорттық және отандық битум жергілікті инертті материалдар

Магний фторсиликаты ерітіндісін, ерітіндінің бетон құрамына кіруіне кедергі келтіретін, ластану мен бөтен заттардан тазартылған бетон бетіне жағады. Бетонның бет қабаты құм ағысы немесе су ағысымен (160-180 атм) өңдеуге ұшырайды. Ерітінді цемент

бетонның жоғарғы қабатына өтіп, бетон қуыстары мен қылтүтіктерінде суда қиын еритін қоспаларды құрайды, бұл цемент бетон құрылымы нығыздалуына, төсемнің аязға төзімділігін және тозуға төзімділігін арттыруға мүмкіндік береді. Төсем бетіне ерітінді әр қабатты жаққаннан кейін бетон бетінде кристаллдар пайда болуын бақылап құйылады.

Гидрофобизация – цемент бетон төсемі бетін кремний органикалық қоспалармен өңдеу, ол оған гидрофобиялық қасиеттерді беру, яғни суланбау мүмкіндігін беру мақсатында жүргізіледі. Гидрофобизациялау ерітінділері төсемнің бетінде қабыршықты құрайды, ол қабыршық цемент бетон төсемінің климаттық және көлік әсер етуіне тұрақтылығын жоғарлатып бетін нығыздайды. Гидрофобизациялау кезінде қоюлануы 3 - 5 % полиэтилгидросилоксанның (кремний органикалық сұйықтық) су және уайтспирит ерітінділерін қолданады. Бетон бетін гидрофобизациялауды таза құрғақ бетке бояуды шашыратқышпен немесе қолмен бояу жаққыштармен гидрофобизациялау ерітіндісінің бір қалыпты қабатын жағу арқылы жүргізеді. Жұмыстарды сыртқы ауаның температурасы +10 °С төмен болмаған жағдайда жүргізеді, оның үстіне 48 сағ. ішінде бетон бет қабатын ылғалданудан сақтау қажет. Төсемнің 100 м² кремний органикалық сұйықтықтың шығыны 7,6 кг құрайды [7].

Қорытынды. Барлық осы артықшылықтарды ескере отырып, жол құрылысында цемент-бетон жабынның келешегі зор екеніне көз жеткізе аламыз. Оның эксплуатациялық және экономикалық артықшылықтары оны негізгі магистральдар үшін, әсіресе қиын климаты бар мемлекеттер үшін негізгі жабын түріне айналдыруы керек. Ал құрылыс технологиясын жетілдіріп, заманауи құрал-жабдықтарды сатып ала отырып, бір шақырым жолдың құнын төмендетуге қол жеткізуге болады. Сонымен қатар, бет қабаты алынуға апаратын, басталған бұзылу процесін бәсеңдету (тоқтату) бетон бетін арнайы құраммен өңдеу арқылы мүмкіндік береді.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Snell, L.M., B.G. Snell. Oldest concrete street in the United States // Concrete International, 2002. С. 72–74.
2. Иванова Н. В., Целищев Д. В. Цементобетонные покрытия в дорожном строительстве // Вестник современных исследований. 2017. №12-1(15).С.155-157.
3. http://metiebar.acpa.org/Concrete_Pavement/Technical/Fundamentals/Concrete_Types.aspx
4. Д.С. Дюсембинов, Ж.А. Шахмов, А.А. Жумагулова, К.К. Мухамбеткалиев, Д.Н. Кадырханова. Эффективность применения цементобетонных автомобильных дорог//QazBSQA Хабаршысы. 2022. №4 (86). С.160.
5. Бусел А.В., Матвейко Н.П. Коррозия и несилловые факторы разрушения дорожно-строительных материалов. Способы защиты: монография – Минск: БНТУ, 2009. - 215 с.
6. ҚР Ұ 218–119-2014. Автомобиль жолдарының цемент-бетон төсемдерін жөндеу және күтіп ұстау жөніндегі ұсынымдар.
7. Магомедов Г.О. Защита и восстановление поверхностного слоя цементобетонных покрытий автомобильных дорог //Вопросы устойчивого развития общества. 2020. №. 4-2. С. 615-624.