

МРНТИ 67.01.09

DOI: <https://doi.org/10.62724/202540706>

Тауышев Орынбек Утебаевич*¹

техникалық ғылымдар магистрі, аға оқытушы,
Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті,
Орал, Қазақстан, tauyshev91@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3078-0170

ЖАРТЫЛАЙ ҚҰРҒАҚ ДІРІЛ – ҚАЛЫПТАУ ӘДІСІНІҢ ТРАТУАР ТАС ТАҚТАШАЛАРЫНЫҢ ӨНДІРУ ПРОЦЕСІН ЖЕТІЛДІРУ

Аңдатпа. Мақалада жартылай құрғақ діріл-престеу технологиясын қолдана отырып тротуар плиталарын өндірудің ерекшеліктері қарастырылады. Бұл әдіс ұсақ өлшемді бетон бұйымдарын алуда тиімділігі мен үнемділігі жоғары инновациялық технологиялардың бірі болып табылады. Жартылай құрғақ бетон қоспасын пайдалану нәтижесінде алынған бұйымдар жоғары тығыздыққа, беріктікке және тозуға төзімділікке ие болады. Діріл мен престеуді бір мезгілде қолдану қоспаның құрылымын біркелкі етіп таратуға және өнімнің сапалы қалыптасуына жағдай жасайды.

Зерттеу барысында негізгі технологиялық параметрлерге талдау жасалған: бетон қоспасының құрамы мен ылғалдылық деңгейі, тығыздау қысымы, діріл жиілігі және қалыптау уақыты. Өртүрлі өндірістік тәсілдермен салыстырмалы талдау жүргізу арқылы жартылай құрғақ діріл-престеудің өнімділік, өзіндік құн және экологиялық қауіпсіздік тұрғысынан басымдықтары анықталды. Сондай-ақ өнім сапасын жақсарту мен өндірістік шығындарды төмендету мақсатында процесті оптимизациялау және шикізат таңдаудың тиімді жолдары ұсынылды.

Жүргізілген зерттеу нәтижелері тротуар плиталары мен басқа да діріл-престелген бетон бұйымдарын өндірумен айналысатын кәсіпорындар үшін практикалық тұрғыдан құнды болып табылады. Жұмыста өндіріс барысындағы өзекті мәселелер талданып, өндірістік желінің құрылымы мен қолданылатын материалдардың сипаттамалары зерттелген. Өндірістік қиындықтардың себеп-салдары айқындалып, материалдардың реотехнологиялық қасиеттері мен олардың өнім сапасына әсері бағаланған.

Кілт сөздер. тротуар плита, діріл престеу, жұқалық модулі, беріктік класы, аязға төзімділік.

Тауышев Орынбек Утебаевич*¹

магистр технических наук,
Западно Казахстанский инновационно-технологический университет,
Уральск, Казахстан, tauyshev91@mail.ru ORCID ID: 0000-0002-3078-0170

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ МЕТОДОМ ПОЛУСУХОГО ВИБРОФОРМОВАНИЯ

Аннотация. В статье рассматриваются особенности производства тротуарной плитки методом полусухого вибропрессования. Данный метод является одной из наиболее эффективных и экономичных инновационных технологий производства мелкоштучных бетонных изделий. Изделия, получаемые в результате использования полусухой бетонной смеси, обладают высокой плотностью, прочностью и износостойкостью. Одновременное применение вибрации и прессования позволяет

добиться равномерного распределения структуры смеси и формирования высококачественных изделий.

В ходе исследования были проанализированы основные технологические параметры: состав и влажность бетонной смеси, давление уплотнения, частота вибрации и время формования. Путем проведения сравнительного анализа с различными методами производства были выявлены преимущества полусухого вибропрессования по производительности, стоимости и экологической безопасности. Также были предложены эффективные способы оптимизации технологического процесса и выбора сырья с целью повышения качества продукции и снижения производственных затрат.

Результаты исследования представляют практическую ценность для предприятий, занимающихся производством тротуарной плитки и других вибропрессованных бетонных изделий. В работе проанализированы актуальные проблемы в производственном процессе, изучены структура технологической линии и характеристики используемых материалов. Выявлены причины и последствия производственных трудностей, дана оценка реотехнологических свойств материалов и их влияния на качество продукции.

Ключевые слова: Тротуарная плитка, вибропрессование, модуль упругости, класс прочности, морозостойкость.

Tauyshev Orynbek Utebaevich^{*1}

master of engineering sciences,

West Kazakhstan Innovation and Technology University,

Uralsk, Kazakhstan, tauyshev91@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-3078-0170

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY OF PRODUCING PAVEMENT SLABS BY SEMI-DRY VIBRATION FORMING

Abstract. This article examines the production of paving slabs using semi-dry vibration pressing. This method is one of the most effective and cost-effective innovative technologies for producing small-piece concrete products. Products obtained using a semi-dry concrete mix possess high density, strength, and wear resistance. The simultaneous use of vibration and pressing ensures uniform distribution of the mix structure and the formation of high-quality products.

The study analyzed key process parameters: concrete mix composition and moisture content, compaction pressure, vibration frequency, and molding time. A comparative analysis with various production methods revealed the advantages of semi-dry vibration pressing in terms of productivity, cost, and environmental safety. Effective methods for optimizing the production process and selecting raw materials to improve product quality and reduce production costs were also proposed.

The results of the study are of practical value to companies engaged in the production of paving slabs and other vibro-pressed concrete products. The paper analyzes current issues in the production process, examines the structure of the production line, and examines the characteristics of the materials used. The causes and consequences of production difficulties were identified, and an assessment was made of the rheotechnological properties of materials and their impact on product quality.

Key words: Paving slab, vibration pressing, modulus of elasticity, strength class, frost resistance.

Кіріспе. Ежелгі заманнан бері адамдар елді мекендер арасында жүріп-тұруға және саудаға әртүрлі тауарларды жеткізуге ыңғайлы болу үшін тас жолдарды төсеген. Содан бері асфальт, бетон, тротуар плиталары және т.б. сияқты жаңа материалдар пайда болды және қажеттілік эстетикалық қажеттіліктерге, адамның алаңды, көшені немесе жаяу жүргіншілер аймағын безендіруге деген ұмтылысына айналды. Мұндай тілектерді қанағаттандыру үшін тротуар тақталары мен тас төсемдер өте қолайлы. Қазір қала көшелерін, саябақтарды, алаңдарды, аулаларды брусчаткасыз елестету мүмкін емес шығар. Оның табыстылығы мен таралуы көптеген қасиеттерге байланысты:

- Асфальт пен ерекшелігі жоқ бетон плиталарына арзанырақ балама.
- Пішіні мен түсі бойынша әртүрлі конфигурациялардың үлкен саны.
- Жұмыс қабілеттілігі.
- Техникалық қызмет көрсету.
- Кез келген жағдайда жұмыс істеуге болады, т.б.

Бірнеше жыл бұрын тұтынушыларды стандартты пішіндегі және сұр түсті кәдімгі тротуар тақталары қанағаттандырды, бірақ қазіргі уақытта жаңа түс диапазоны бар эксклюзивті нәрсеге сұраныс артып отыр.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Тротуарлардың осындай танымалдылығына байланысты көптеген өндіріс орындары пайда болды, олардың арасында бәсекелесу керек. Тіпті ең қарапайым плиткаларды шығарған кезде де сұрақтар мен мәселелердің үлкен тізімі пайда болады. Классикалық сұр тротуар тастарын өндіруді қарастырайық (өлшемі маңызды емес, өнімнің қалыңдығы 60 мм)

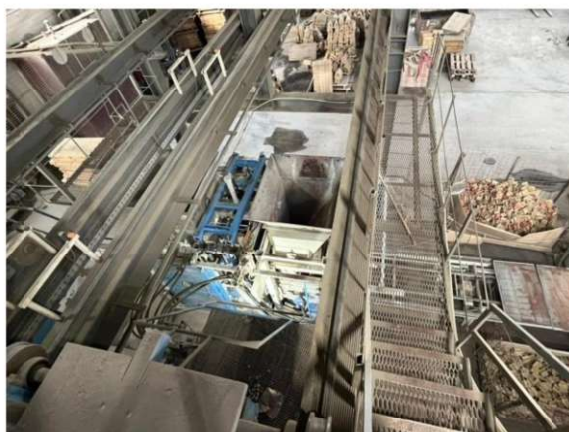
Толық өндіріс Орал қаласында орналасқан. METALIKA (Сербия) вибрациялық престеуге арналған өндірістік желімен қамтамасыз етілген. Желілік 2 бөлімшесі бар бункермен (1-сурет) жабдықталған, одан құм таспа бойымен араластырғышқа жіберіледі (2-сурет), онда қоспа дайындалады және ылғалдылық жазылады, содан кейін қоспа автоматты вагонетка арқылы дiрiлдеу машинасының бункерiне (3-сурет) түседі, содан кейін дайын, қалыпқа келтірілген өнімдер сол жерден жіберіледі және температура жіберіледі. ылғалдылықты өңдеу камерасы (Сурет 5).



1 Сурет - Бункер.



2 Сурет - Араластырғыш.



3 Сурет - Автоматты вагонетка арқылы дірілдеу машинасы



4 Сурет - Тасымалдағыш.



5 Сурет - Ылғалдылықты өңдеу камерасы.

Сізге назар аудару керек бірінші нәрсе - бұл материал: құм, цемент, су және, мүмкін, кейбір химиялық қосылыстар. Құмнан бастап, бұл жерде бәрі түсінікті деп ойлауыңыз мүмкін, бірақ құм карьерлерінің көп саны бар және әрқайсысының материалы әртүрлі сипаттамаларға ие болады. Ең маңызды көрсеткіштер – өлшем класы, өлшем модулі және мазмұны. қоспалар, саз және т.б. Құмның өрескел және біркелкі болуы маңызды. Бұл, ең алдымен, өнімнің беріктік сипаттамаларына айтарлықтай әсер етеді және, әрине, сыртқы түрі өзгереді, әртүрлі қосындылар бірден көзге түседі, «жұқа» құмда беті тегіс, бірақ цементтің беріктігі мен тұтынуы сондықтан тұрақсыз, ал «дөрекі» құм біркелкі экспрессивті құрылымды және тұрақты беріктік сипаттамаларын береді.[1] (6-сурет) тығыздығы $P=1800 \text{ кг/м}^3$ құм 1 көрсетілген. және құм 2 $P=1550 \text{ кг/м}^3$. Құм қыста қатып қалуы немесе көп қармен жабылуы мүмкін екенін есте ұстаған жөн, ал барлық карьерлер қыста жұмыс істемейді.



6 Сурет - Қолданатын құм

Тұтқыр рөлін атқаратын келесі маңызды компонент цемент болып табылады. Біз портландцемент ЦЕМ I 42,5Н қолданамыз.[2] Ол, өз кезегінде, көптеген сорттары мен физикалық-химиялық көрсеткіштеріне ие: минералды қоспалардың мөлшері, қоспаның түрі, композиция түрі, қысу беріктігі класы, беріктіктің жоғарылау жылдамдығы және т.б. Бастапқы көрсеткіш, әрине, беріктік класы болып қалады, бірақ бұл сипаттаманың артында не жатқанын түсіну керек. Негізгі күштің артуы 28 күн ішінде жүреді, бірақ бұл біркелкі процесс емес. Сондықтан өндіруші «2 және 28 күндік жаста цементтің сығымдау беріктігін көрсетеді. Әрине, нақты сандарды есептеу мүмкін емес, сондықтан олар үшін белгілі бір төзімділік бар. Сондай-ақ қату уақытына назар аударған жөн. Сондай-ақ клинкердің химиялық және минералогиялық көрсеткіштері бар, бірақ олардың көпшілігі стандартталмаған.[5].

Сондай-ақ, көптеген өндірушілер әртүрлі химиялық қосылыстар қосады, біздің жағдайда Мурсан БВА 19 қолданылады. Бұл бетон және ерітінді қоспалары үшін суды азайтатын қоспа. Ол қалыптауды, нығыздауды, аязға төзімділікті, алдыңғы беттің сапасын жақсартады, цемент шығынын, гүлденуді және жабдыққа жабысуды азайтады. Доза әртүрлі болуы мүмкін, бірақ орташа көрсеткіш цемент массасының 0,4% құрайды; жоғары сапалы араластыру үшін сумен алдын ала араластыру жақсы. [4]

Жақсы таңдалған материалдарға қарамастан, келесі мәселелер туындайды.

- Ылғалдылық. Тұрақты сапа үшін ол тұрақты болуы керек (біз 38%-39,5% ұстанамыз). Бірақ оның құмдағы деңгейінің тұрақсыздығына байланысты судың дұрыс мөлшерін және онымен бірге «химияны» таңдау қиын. Жоғары немесе төмен ылғалдылық өнімдердің жабысуына немесе нашар қалыптасуына әкелуі мүмкін = ақаулы өнімдер. [2] Оңтайлы шешім Hydronix орнату болды; бұл құрылғының көмегімен қоспаның ылғалдылығын лезде бақылап, оны белгіленген шектерде ұстауға болады. Мәселені түбегейлі шешу үшін инертті материалдар сыртқы факторларға қарамастан белгілі бір деңгейде ылғалдылықты сақтайтын жабық қойма болуы керек. МЕСТ 17608-91 «Бетон тротуар плиталары» деп көрсетілген

Вибрациялық престелген бұйымдардың су-цемент қатынасы 0,4-тен аспауы керек. Егер арақатынас бұзылса, су буланып, бос орындар пайда болады және беріктік сипаттамалары төмендейді.



7 Сурет - Дұрыс емес ылғалдылыққа байланысты ақау.

Ол бу камерасында өтеді. Ең бастысы, ылғалдылық 90% -дан төмен емес, өйткені ол су молекулалары цемент компоненттерінің молекулаларымен біріктірілетін цемент

гидратация процесіне тікелей әсер етеді. Мұнда температура екінші рөл атқарады, кейбір өндірушілер қажетті ылғалдылықты қамтамасыз етеді

«Бөлме» температурасы, ол жыл мезгіліне де байланысты. Сондай-ақ өңдеуден бұрын өнімдерді 2-3 сағат бойы сақтау маңызды, әйтпесе плитка бетінде «өрмекші торы» жарықтары пайда болады (Сурет 7). Сондай-ақ температураның біркелкі көтерілуін қамтамасыз ету қажет. Бұл кезең босату күшін (төменгі В22.5) 2-ші күні алуға мүмкіндік береді.[3]

Нәтижелер және оларды талқылау. 2025 жылдың ақпанынан сол жылдың мамырына дейін өткізілген барлық іс-шаралардың нәтижелері бойынша келесі нәтижелер алынды:

- Құмның бірнеше түрін өңдеуге тырысып, біз Самара-Шымкент тас жолының маңайындағы карьеріне орналастық. Ол барлық талаптарға сай болды, құрылымы біркелкі болды және ең бастысы өнімдердің беріктігіне оң әсер етеді.

- Ақаулардың ең аз санына қол жеткізілді. Жалғыз қалған ақаулар әртүрлі техникалық сипаттамаларға қатысты. Плитканың конфигурациясына байланысты таңдалған композициялары бар өнім үшін діріл басу режимін таңдау өте маңызды.[6]

- Қажетті беріктікті сақтай отырып, цемент шығынын азайту. Тесттерге сәйкес 09/10/21 қоспада 147 кг цемент бар, нақты бетон маркасы В40. Ал 16.05.2022 жылғы сынақтар да 110 кг цементпен В40 көрсетті, МЕСТ 10060-2012 бойынша А тобы үшін ең төменгі беріктік класы В22,5, сондықтан цементтің төмендеуі жалғасады.

- МЕСТ 17608-2017[5] бойынша. Біздің климаттық аймақ үшін аязға төзімділік сыныбы F200 қажет, 05.11.2024 жылғы сынақ нәтижелері бойынша талап етілетін сыныпқа қол жеткізілді, әрине, бұл көрсеткіштер жеткілікті, бірақ біз жоғары көрсеткіштерді көруді жоспарлап отырмыз. [7,8]

- Қалған сипаттамалары бойынша біздің өнімдер МЕСТ талаптарына сәйкес келеді.

1 кесте - МЕСТ 17608-2017 сәйкес мінездеме

№	Мінездемесі	А тобы	Б тобы	В тобы	Г тобы
1	Сығымдау беріктігі класы, кем емес	В22,5	В25	В30	В40
2	Иілу кезіндегі созылу беріктігі класы, кем емес	Вtd 3,2	Вtd3,6	Вtd 4,0	Вtd 4,4
3	Тозуға төзімділік дәрежесі, артық емес	G3	G2	G1	G1
4	Өнімдердің ең аз қалыңдығы, мм	40*	60*	80*	100*
5	Өлшемдердің қатынасы, артық емес	--	12*	4*	2*

Қорытынды. Қалыңдығы 60 мм сұр плиткаларды өндіру мысалын пайдалана отырып, біз дайындықтың негізгі бағыттарын қарастырдық. Төмен шығынмен және ақаулардың ең аз мөлшерімен мүмкіндігінше жоғары сапалы плиткаларды алу үшін жоғары сапалы материалдардың болуы жеткіліксіз; Сіз әрқашан көптеген факторларды ескеруіңіз керек: жыл мезгілі, жеткізушілердің мүмкіндіктері мен сенімділігі, техникалық қызмет көрсетудің жиілігі мен дәлдігі, жабдықтың техникалық ерекшеліктері, жауапты персонал, білікті жөндеу бригадасы, қысқа мерзімде сатып алынбайтын қажетті қосалқы бөлшектердің болуы және басқа да көптеген маңызды мәліметтер.

Әрине, басқа өндірушілермен байланыста болу кейбір мәселелердің алдын алады,

бірақ көп нәрсе қатаң түрде жеке болып қалады және шешім табу көп уақытты алуы мүмкін, бұл тәжірибелік партиялардың үлкен саны, оларды іске асыру проблемалық және ұйымның беделіне теріс әсер етуі мүмкін.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. МЕСТ 8736- 2014 «Песок для строительных работ» 5с.
2. Ямских А. А., Ендживская И. Г. «ФАКТОРЫ,
3. ВЛИЯЮЩИЕ НАДОЛГОВЕЧНОСТЬ ВИБРОПРЕССОВАННЫХ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ», Национальная ассоциация ученых (НАУ) # 57, 2020, https://elibrary.ru/download/elibrary_47499626_13641641.pdf.
4. Берг, О. Я. Физические основы теории прочности бетона и железобетона /О. Я. Берг. - М.: Госстройиздат, 1962. – 96 с
5. Дворкин, Л. И. Эффективность различных способов повышения ранней прочности бетона нормального твердения с гиперпластификатором /Л. И. Дворкин, Ю. В. Гарницкий //Весь бетон. - 2010. - №12.
6. МЕСТ 17608-91«Плиты бетонные тротуарные» (Таблица 1 - Группы плит)
7. Гусев Б. В. Зазимко В. Г. Вибрационная технология бетона. К. Будивельник, 2010. 57 с.
8. МЕСТ 10060-2012. «Методы определения морозостойкости».

REFERENCES

1. MEST 8736-2014 «Pesok dlya stroitel'nyh rabot» [Sand for construction works]. S. 5. – (In Rus)
2. Yamskikh A.A., Endzhievskaya I.G. «FAKTORY, VLIYAYUSHCHIE NA DOLGOVECHNOST' VIBROPRESSOVANNYH BETONNYH IZDELII» [Factors affecting the durability of vibropressed concrete products]. Nacional'naya associaciya uchenyh (NAU), (2020). S. 57. – (In Rus)
3. Berg O.Ya. Fizicheskie osnovy teorii prochnosti betona i zhelezobetona [Physical foundations of the theory of strength of concrete and reinforced concrete]. М.: Gosstrojizdat, 1962. S. 96. – (In Rus)
4. Dvorkin L.I., Garnickij Yu.V. Effektivnost' razlichnyh sposobov povysheniya rannej prochnosti betona normal'nogo tverdeniya s giperplastifikatorom [Efficiency of various methods for increasing the early strength of normal hardening concrete with a hyperplasticizer]. Ves' beton, (2010). №12. – (In Rus)
5. MEST 17608-91 «Plity betonnye trotuarnye» (Tablica 1 - Gruppy plit) [Concrete paving slabs (Table 1 - Groups of slabs)]. – (In Rus)
6. Gusev B.V., Zazimko V.G. Vibracionnaya tekhnologiya betona [Vibration technology of concrete]. К.: Budivel'nik, (2010). S. 57. – (In Rus)
7. MEST 10060-2012. «Metody opredeleniya morozostojkosti» [Methods for determining frost resistance]. – (In Rus)