И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети

Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университети

Д 05.23.664 диссертациялык кеңеши

Кол жазма укугунда
УДК 691.54 (043.3)

Кульшикова Сауле Тюякбайевна

Күл-шлак калдыктарын пайдалануу менен алынган майда дандуу бетондордун жана композициялык чапташтыруучу заттардын рецептурасын жана касиеттерин оптималдаштыруу

05.23.05 - курулуш материалдары жана буюмдары

Техника илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасын
изденип алуу үчүн жазылган диссертациянын
Авторефераты

Бишкек – 2024

Диссертациялык иш И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин курулуш материалдарын, буюмдарын жана конструкцияларын өндүрүү, экспертизалоо кафедрасында аткарылган.

Илимий жетекчиси: **Джусупова Махават Абдысадыковна**
техникалык илимдердин кандидаты, доцент,
И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин курулуш материалдарын, буюмдарын жана конструкцияларын өндүрүү, экспертизалоо кафедрасынын доценти

Расмий оппоненттер: **Касымова Мариам Тохтахуновна**
техникалык илимдердин доктору, профессор,
Б. Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университетинин курулуш кафедрасынын профессору

Маразыкова Бермет Бейшембаевна
техникалык илимдердин кандидаты,
ага илимий кызматкер,
Кыргыз Республикасынын Улуттук илимдер академиясынын химия жана фитотехнология институтунун окумуштуу катчысы

Жетектөөчү уюм: **Сейсмотуруктуу курулуш жана инженердик долбоорлоо мамлекеттик институту**
Дареги: 720048, Кыргыз Республикасы,
Бишкек ш., Ч. Валиханов көч., 2.

Диссертацияны коргоо 2025-жылдын 28-февралында саат 14:00 дө И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин жана Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университетинин алдындагы техника илимдеринин доктору (кандидаты) окумуштуулук даражасын изденүүгө диссертацияларды коргоого багытталган Д 05.23.664 диссертациялык кеңешинин отурумунда, 720020, Кыргыз Республикасы, Бишкек ш., Малдыбаев көч., 34,б, Чоң жыйындар залы дареги боюнча өтөт, www.kstu.kg, тел: 0(312) 543561, факс: 0(312) 545162. Диссертацияны коргоонун видеоконференциясына https://vc.vak.kg/b/052-cxc-nsq-nbk шилтемеси аркылуу кирүүгө болот.

Диссертация менен И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин (720044, Бишкек ш., Ч. Айтматов пр. 66) жана Б.Н. Ельцин атындагы Кыргыз-Россия Славян университетинин (720000, Бишкек ш., Киев көч., 44) китепканаларында жана Кыргыз Республикиасынын Президентине караштуу Улуттук аттестациялык комиссиянын https://vak.kg/diss_sovety/d-01-22-652/ сайтында таанышууга болот.

Автореферат 2025-жылдын 25-январында таркатылды.

Диссертациялык
кеңештин окумуштуу
катчысы, т.и.к., профессор Маданбеков Н.Ж.

ИШТИН ЖАЛПЫ МҮНӨЗДӨМӨСҮ

Диссертациянын темасынын актуалдуулугу. Учурда Кыргызстанда айлана-чөйрөнү коргоо жана жаратылыш ресурстарын рационалдуу пайдалануу маселеси өзгөчө курч болууда. Өлкөнү туруктуу өнүктүрүү концепциясына ылайык сырьелук ресурстарын өндүрүү муктаждыктарын канааттандырууда коомдук кызыкчылыктары жана азыркы, кийинки муундардын кызыкчылыктары эске алынышы керек.

Өндүрүштүн максаттары үчүн жаратылыш чөйрөсүнөн алынуучу көп сандагы минералдык чийки заттын болгону 1,5-2,0% ы гана даяр продуктыга айланат. Кыргызстанда Бишкек ЖЭБ (БЖЭБ) гана электрдик кубаттуулугу 666 МВт, жылуулугу 1443,9 Гкал/саат менен күн сайын 20-25 тонна күл жана ар түрдүү көмүр кычкылтек оксид кошулмаларын сыртка чыгарат. Жылына күл жана шлак калдыктары 300-350 миң тоннаны түзөт жана 178 гектар жер кыртышын ээлейт.

Өнөр-жай калдыктарын колдонууда чийки зат ресурстар курулуштун 40%га чейин муктаждыктарын канааттандырганга мүмкүндүк берээрин, ошондой эле табигый чийки заттардан алынган курулуш материалдары чыгымдарды өндүрүштөн алынганга караганда 10-30% га чейин төмөндөтүүгө мүмкүндүк берери аныкталган.

Салттуу чапташтыргыч катарында портландцементтин жана КШК толтургучунун базасындагы композит чапташтыргычтары эффективдүү алмаштыргыч боло алышат. Мындайча цементти өндүрүү цемент заводунда да, ошондой эле түздөн-түз товардык бетонду жана темир-бетон буюмдарын чыгаруучу ишканаларда жүргүзүлөт. Кызыкдар керектөөчүлөр үчүн күл шлак калдыктарын кондициясына жеткен продуктыга кайра иштетүү боюнча жабдыктарды түздөн-түз ЖЭБ орнотуу зарыл. ЖЭБ күл шлак калдыктарын кондициясына жеткирип пайдаланууга кызыкдар кардарлар үчүн кайра иштетүүчү боюнча жабдууларды орнотуусу зарыл. Бул маселенин үстүндө С.М. Зозенблит (1931-1932-жж.), П.П. Будников (1947-1949-жж.), Ю.М. Баженов (1963-1965-жж.), А.В. Волженский (1953-1955-жж.), Ю.М. Бутт (1974-1976-жж.), С.Г. Караханиди (1995-1999-жж.), М.Р. Нахаев (2011-2015-жж.) ж.б. окумуштуулар эмгектенишкен.

Экономиканын ресурстук көлөмдүк көрсөткүчтөрү боюнча дүйнөнүн алдыңкы мамлекеттеринен Кыргызстандын артта калуусунун негизги себеби болуп өндүрүштүк базанын өнүгүүсүнүн төмөн деңгээли, эски жабдууларды колдонуусу эсептелет. Технологиялык базанын начардыгынан улам кайра иштетилүүчү чийки заттын бир кыйла бөлүгү таштандыга айланып, көп топтолгон калдыктардын категориясына өтөт. Бирок көп калдыктар өз курамы жана касиеттери боюнча табигый чийки затка жакын.

Бул калдыктардын негизги керектөөчүсү материал менен энергияны абдан көп пайдаланган тармак катарын курулуш индустриясы боло алат.

Жогоруда баяндалганга байланыштуу курулуш тармагында КШКны (күл-шлак калдыктары) утилизациялоону интенсивдештирүү жана айлана-чөйрөнү тазалоо үчүн от жаккандан калган калдыктарды изилдөөнү системалаштыруу зарылдыгы пайда болду.

Диссертациянын темасынын ири илимий программалар (долбоорлор) жана негизги илим-изилдөө иштери менен байланышы. Аткарылган иш -демилгелүү иш болуп саналат.

Изилдөөнүн максаты жана милдеттери. Диссертациялык иштин максаты - күл-шлак калдыктарын пайдалануу менен композит чапташтыргыч заттарын жана майда бүртүк бетондорду алуунун технологиясын жана курамын иштеп чыгуу.

Коюлган максаттарга жетүү үчүн изилдөө ишинде төмөндөгүдөй маселелер чечилген:

– күл-шлак калдыктарынын химиялык-минералогиялык курамын жана негизги классификациялык белгилерин изилдөө;

– күл-шлак калдыктарын колдонуу менен композит цементтик чапташтыргыч заттардын структуралык курамынын физикалык-химиялык өзгөчөлүктөрүн изилдөө;

– механикалык активациянын таасирин, чапташтыргыч заттардын касиетине күл-шлак калдыктарды аралаштыруу ыкмаларын жана өлчөмүн изилдөө;

– ар түрдүү даражадагы калдыктар менен толтурулган композит чапташтыргыч заттарга цементти колдонуунун эффективдүүлүгүн баалоо;

– күл-шлак калдыктарынан алынган толтургучтардын негизги физикалык-механикалык касиеттерин изилдөө жана майда бүртүк бетондун оптималдуу курамын аныктоо;

– композит цементтик чапташтыргыч заттардын жана күл-шлак калдыктардан алынган толтургучтун негизинде майда бүртүк бетондун курамын иштеп чыгуу;

– композит чапташтыргыч заттардын жана алардан алынган буюмдардын технологиялык схемасын иштеп чыгуу жана экономикалык эффективдүүлүгүн аныктоо.

Алынган жыйынтыктардын илимий жаңылыгы:

1. Күл-шлак калдыктарын сактоо шарттарына жана от жагылуучу агрегаттардан күл-шлак калдыктарын тандап алуу ыкмасына карабастан бирдей химиялык курамга ээ, бирок фазалык курамы менен айырмаланат. Фазалык курам болсо композит чапташтыргыч заттардын курамдык түзүлүш процесстерине таасир этет;

2. Композит чапташтыргыч заттардын курамдык жана физикалык-механикалык мүнөздөмөлөрүнө күл-шлак калдыктарын аралаштыруу ыкмасы, активдештирүү убактысы, түрү жана өлчөмү таасир берген мыйзам ченемдүүлүктөр аныкталган;

3. Композит чапташтыргыч заттарга портландцементти колдонуунун натыйжасы күл-шлак калдыктардан жасалган толтургучтан жана катуу (твердение) шарттарынан көз каранды экендиги аныкталган;

4. Цемент-күлдүү жана цемент-күл-шлактуу чапташтыргычтар менен майда бүртүк бетон жасоо үчүн от жаккандан калган толтургучтун оптималдуу гранулометрикалык курамы аныкталган;

5. Чаң сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления), күл-шлак калдыктары менен толтурулган композит чапташтыргыч заттардын негизги касиеттеринин эксперименттик-статистикалык моделдери алынган;

6. В7,5 - В20 классындагы жеңилдетилген майда бүртүктүү бетондун оптималдуу курамы аныкталган. Бул курамга композит цемент чапташтыргыч заттар менен күл-шлак аралашмасынан турган толтургучтар кирди.

Алынган жыйынтыктардын практикалык маанилүүлүгү.

Теориялык жана эксперименттик изилдөөлөрдүн негизинде:

– чаң сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления) менен күл-шлак аралашмадан оптималдуу толтурулган композит чапташтыргыч заттар алынган;
– майда бүртүк бетон үчүн табигый кумду толук же жарым жартылай алмаштырууга боло турган от шлактарынан майда толтургучтун оптималдуу фракциялык курамы аныкталган;
– чаң сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления) менен күл-шлак аралашмадан ар түрдүү ар кыл өлчөмдө аралаштырып, композит чапташтыргыч заттардын оптималдуу курамы иштелип чыккан;
– рационалдуу фракциянын шлактуу толтургучу менен майда бүртүк бетондун оптималдуу курамы иштелип чыккан;
– композит чапташтыруучу заттардын жана майда бүртүк бетондордон буюмдарды өндүрүүгө ченемдик документация (технологиялык карталар) иштелип чыккан;
– иштин жыйынтыктары«Кум-Шагыл» жоопкерчилиги чектелген коомдо сыналган.

Алынган жыйынтыктардын экономикалык маанилүүлүгү. Жылына 10 000 т күл-цемент чапташтыргычты чыгаргандагы экономикалык натыйжа 3 422 300 сомду түзөт. Экономикалык эффект жылына 10 000 т күл-цемент-шлак чапташтыргычты чыгаруунун шартында 3 836 970 сомду түзөт. Экономикалык эффект 10000 даана шарттуу майда бүртүк бетондун В-15 (М200) дубал блогун чыгарууда 29 600 сомду түзөт.

Коргоого коюлган диссертациянын негизги жоболору:

- чапташтыргыч заттардагы жана МББ(майда бүртүктүү бетон) үчүн толтургуч катары колдонуу мүмкүнчүлүктөрүн баалоо үчүн күл-шлак калдыктарынын негизги физикалык-химиялык жана физикалык-механикалык мүнөздөмөлөрүн изилдөөнүн жыйынтыктары.
- цементтик матрицага КШКны (чан сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления) жана күл-шлактуу аралашма) киргизүүнүн эффективдүү ыкмасын баалоо жана

композит чапташтыргыч заттардын физикалык-механикалык касиеттерин изилдөөнүн жыйынтыктары.

- МББ майда бүртүк бетонду толтургуч катарын аларды колдонуунун жарактуулугун баалоо үчүн от жаккандан калган шлактардын мүнөздөмөлөрүн изилдөөнүн жыйынтыктары.
- чан сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления), же күл-шлак аралашмасы менен толтурулган ар түрдүү даражадагы композит чапташтыргыч заттардын оптималдуу курамдары.
- отун шлагынан майда толтургуч менен композит чапташтыргыч заттардын негизинде В7,5 - В20 класстарындагы МББнын (майда бүртүк бетондун) оптималдуу курамы.
- КШК менен толтурулган майда бүртүк бетонду жана композит чапташтыргыч заттарды өндүрүүнүн техникалык-экономикалык мүнөздөмөлөрү жана технологиялык схемасы.

Изденүүчүнүн жеке салымы чаң сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления) менен күл-шлактуу аралашманы пайдаланып, композит чапташтыргыч заттардын оптималдуу курамын иштеп чыгууда жана андан кайра майда бүртүк бетон өндүрүүдө. Автор эксперименттик изилдөөлөрдүн, кайра иштетүү жана аткаруу менен байланышкан иштердин уюштуруучусу жана аткаруучусу болуп саналат. Алынган маалыматтарды кайра иштеп чыгуу, мыйзам ченемдүүлүктөрдү аныктоо, алынган жыйынтыктарды практикалык ишке ашыруу үчүн документацияларды даярдоо, автор тарабынан аткарылган илимий изилдөөлөр боюнча негизги жоборлор, корутундулар жана сунуштамалар иштелип чыккан.

Диссертациянын жыйынтыктарынын сыналышы. Изилдөөнүн негизги жоболору жана айрым бөлүмдөрү республикалык жана эл аралык илимий-техникалык конференцияларда баяндалган: Regional Academy of Management European Scientific Foundation Institute Materials of theII International scientific-practical conference «THE EUROPE AND THE TURKIC WORLD: SCIENCE, ENGENEERING AND TECHNOLOGY» (Izmir, 2017-ж.);«ИЛИМИЙ ИЗИЛДӨӨЛӨР» эл аралык илимий-практикалык конференция (Шымкент ш., 2017-ж.); «Курулуш конструкцияларынын актуалдуу көйгөйлөрү жана келечектүү өнүгүүсү: инновациялар, модернизация жана курулуштагы энергоэффективдүүлүк» биргелешкен эл аралык илимий-практикалык конференциянын материалдарынын жыйнагы (Алматы ш. 2018-ж.); «Заманбап чакырыктар:курулуш тармагын инновациялык өнүктүрүү, аны санариптештирүүнүн жана стандартизациялоонун көйгөйлөрү» эл аралык-практикалык конференция (Бишкек ш., 2019-ж.); «Membership in the WTO: Prospects of Scientific Researches and International Technology Market» Materials of the IV International Scientific-Practical Conference, (Vancouver, 2019-ж.);

«Курулуш композиттерин моделдөө жана оптимизациялоо» эл аралык семинар (Одесса ш., 2019-ж.).

Диссертациянын жыйынтыктарынын басылмаларда толук чагылдырылышы. Изилдөөнүн жыйынтыктары боюнча 20 илимий эмгек басылмаларда, анын ичинде чет элдик РИНЦ басылмаларында 7 эмгек, SCOPUSта 2 эмгек басылып чыккан,

Иштин курамы жана көлөмү. Диссертация киришүүдөн, 5 главадан, корутундудан жана 234 аталыштан турган адабияттын тизмесинен, 3 тиркемелерден турат. Диссертация 187 бетке баяндалган, 41 сүрөттү жана 40 таблицаны камтыйт.

ИШТИН НЕГИЗГИ МАЗМУНУ

Киришүүдө жүргүзүлгөн изилдөөнүн актуалдуулугу негизделген жана көйгөйү аныкталган, иштин жаңылыгынын кыскача мүнөздөмөсү жана практикалык мааниси келтирилген.

«Чапташтыргычтарга жана бетондорго күл-шлактуу калдыктарды колдонуу боюнча аналитикалык обзор» деген аталыштагы биринчи главада чапташтыргычтарда жана бетондордо күл-шлактуу калдыктарды колдонууга обзор жасалган, аларда отунду күйгүзүү түрүнө жана шарттарына көз каранды жана көп түрдүүлүгү менен айрымаланган, алардын негизинде продукциянын сапатына ар түрдүүчө таасир берүүсү боюнча аналитикалык обзорго арналган. Бул болсо ар бир калдыктын түрү үчүн аларды даярдоонун өзгөчө методдорун иштеп чыгуу керектигине алып келет.

Цементке ар түрдүү минералдык кошулмаларды (МК) кошуу мүмкүнчүлүгүн өз изилдөөлөрүндө В.Н. Юнг илимий негиздеген. Цемент ташы тууралуу сунуштарды өнүктүрүүдө, ал «микробетон» деген аталышында катып калган цемент ташы чоң сандагы цементтин реакция кылбаган дандары камтылгандыгын далилдеген, аларды тиешелүү минералдык кошулмалардын (МК) фракциялары менен жоготуусуз алмаштырууга мүмкүн экендигин билдирген.

Цементтик системаларга ичке диспенсирлүү МК колдонуунун негизги жоболорун В. А. Кинд, В. Н. Юнг, П. П. Будников, Ю. М. Бутт негиздешкен. Бул илимий багыттын өнүгүшүн Н. И. Федынин, А. В. Волженский, М. М. Сычев, В. И. Соломатов, Л. И. Дворкин, В. Г. Батраков, Ю. М. Баженов, В. И. Калашников, Р.В.Лесовик ж.б. улантышкан. Ата мекендик техногендик чийки затты колдонууну боюнча иштелмелер С.Г. Караханиди, А.А. Ассакунова Б.Т., А.А.Абдыкалыковго тиешелүү.

Композит материалдардын курамдык түзүлүштөрүн изилдөө процесстерин дисперстик системалардын физикалык-механикалык жобонун негизинде кароо максаттуу болот. Өзүнчө эркин мейкиндик курамдык түзүлүштүн өнүккөн үстүңкү катмар жана жогорку концентрация менен ,диперстик системалар менен мүнөздөлөт, алар үчүн негизги курамдык-механикалык касиеттер алдына-ала аныктайт.

Берилген касиеттер менен композит материалдарды (КМ) негизи болуп «багытталышы-касиет-түзүм» эсептелет. Касиеттерди башкаруу, б.а. берилген касиеттеги комплексти алуу сырьену туура тандап алуудан, талап кылынуучу касиеттерди алуу үчүн ага зарыл болгон технологиялык касиеттерди берүү менен андан ары компоненттерди технологиялык кайрадан иштеп чыгуудан турат. Өз кезегинде, бул үчүн микро жана ошондой эле макро деңгээлде толтурулган системаларды тереңдетилген теориялык изилдөөлөрдү жүргүзүү керек. Бөлүкчөлөрдүн сандык мүнөздөмөлөрдү аныктоо менен жаратылыштын, өлчөмдүн, форманын, физикалык-химиялык касиеттердин таасир берүүсүн аныктоо жана ар түрдүү табияттагы чапташтыргычтардын катуу кинетикасын жана механизмдерин изилдөө керек.

Бетондун минералдык компоненттерин толтуруучуларга жана толуктоочуларга бөлүү принципиалдуу ар түрдүү, алардын курамдык түзүүдөгү, физикалык-механикалык процесстердеги ролун чагылдырат, мында толтуруучуларга үстүңкү бети жогорку модулу менен порошоктор кирет, ал эми толуктоочуларга 50 мм жана андан ашык өлчөмдүү бөлүкчөлөр кирет. Толтуруучулар курчап турган материалда деформация талаачаларын жана чыңалууну жаратпашы керек, алардын өлчөмдөрү байланыштыруучунун курамын уюштуруунун физикалык-механикалык процесстерине катышууга мүмкүндүк берет.

Көп жылдардан бери активдүү минералдык кошулмалар цементке жана бетонго ийгиликтүү колдонулуп келет. Аларды максаттуу модификациялоодо алар курулуш конструкцияларынын жана курулмаларынын өз бекемдигин жогорулатууга, ийилгичтигине, суукка туруктуулугуна, көпкө сакталууга жөндөмдүүлүгүнө түрткү берет. Негизги булак болуп отун-энергетикалык өнөр-жай өндүрүшүнүн техногендик калдыктары эсептелет.

Көп жылдар ичинде Кыргызстанда миллиард тоннадан ашуун күл-шлактуу калдыктар (КШК) топтолгон. МК, КШК колдонуу боюнча теориялык жоболорго жана практикалык тажрыйбага таянып, цементке толтуруучулар жана бетондорго ар түрдүү багыттагы кошулмалар түрүндө ийгиликтүү колдонулушу мүмкүн.

«Чийки заттын мүнөздөмөсү жана эксперименттик изилдөөлөрдү жүргүзүүнүн методикасы» деген аталыштагы экинчи главада изилдөөнү жүргүзүүнүн курамдык-методологиялык моделин иштелип чыгуу берилген.

Изилдөө объектиси: композит чапташтыргыч заттар жана майда бүртүк бетон.

Изилдөө предмети: портландцемент, гидравликалык күл чыгаруу, күл шлак аралашмасы жана от жаккандан калган күл калдыгы.

Композит чапташтыргыч заттарды алуу үчүн КЦШК ПЦ400 Д20 цемент колдонулган, минералогиялык курамы %: C_3S - 63,3; C_2S -15,9; C_3A - 5,4 и C_4AF - 12,5.

Толтуруучу катарында от казандарынан алынган күл-шлактуу калдыктар (КШК) колдонулган, алар тандалышына, күйүүсүнө жана сакталышына жараша: гидро жок кылуучу күл жана күл-шлактуу аралашма деп бөлүнгөн.

Химиялык курамы %: SiO_2 -52.09%; Al_2 O_3-20,0%; Fe_2O_3 -2,23; CaO -5,74 ж.б.б.б. - 11.

Майда бүртүк бетон (МББ) үчүн толтуруучу катарында Васильевский кен казуучу жерден алынган табигый талаа шпаттуу кум колдонулган, ал кезектиги боюнча $М_к$ - 2,52 ээ жана минералогиялык курамы (%): кварц -56,69; талаа шпаты -12,23; кочкул түстөгү минералдар -18,8; слюда- 0,4. Отун шлагына (ОШ) индекстелген КШК курамына кирет жана күлдүк түзүүчүдөн турат (күлдүн жана шлактын бөлүгү 0,315 мм кем эмес өлчөм менен) шлактуу, кумду кошкон – 0,315 дан 5 мм чейин жана шлактуу шагыл –дандары 5 мм жогору. Химиялык түзүм %: SiO_2 - 54,95; Al_2O_3 - 20,56; Fe_2O_3 - 1,06; FeO - 3,96; CaO - 7,67; MgO - 2,22; SO_3- 0,17; TiO_2- 0,88; MnO - 0,10; K_2O + Na_2O- 3,6; ппп- 4,07.

Физика-химиялык изилдөөлөр эриткич-электрондук микроскопияны, рентгенфазалык жана анализдөөнүн дифференциалдуу-термикалык методдорун колдонуу менен жүргүзүлгөн.

Композит чапташтыргыч менен майда бүртүк бетонду эксперименттик изилдөөлөрдүн жыйынтыктарынын анализи эксперименттик-статистикалык моделдөө методдорун колдонуу менен жүргүзүлгөн.

«Отун калдыктарын колдонуу менен композит чапташтыргыч заттардын курамын изилдөө жана оптималдаштыруу» деген аталыштагы үчүнчү глава КШКнын химиялык жана фазалык курамын изилдөөгө жана күл-шлак калдыктарын колдонуунун багыттарын аныктоого арналган жана негизги классификациялык белгилер аныкталган: кычкылдануу модулу, негиздүүлүк модулу, силикаттуу (кремдүү модуль) модуль, активдүүлүк модулу жана сапат коэффициенти. КШК көп сандагы оксид кремнийи бар жана аз сандагы эркин кальцийдин оксиди бар стабилдүү эмес химиялык курамы менен кычкыл типке кирери аныкталган. Мындай күлдөр өз алдынча чапташтыргыч касиетке ээ эмес, бирок CaO пуццолан активдүүлүккө ээ. Күлдүн орточо себилүүчү тыгыздыгы 800-850 кг/$м^3$, накта тыгыздыгы 1,82-2,20 г/$см^3$, күлдүн орточо үстүнкү 2230-2250 $см^2$/г түзүлөт.

Күлдү айланма тегирменде майдалоодо анын жеңил майдаланышы байкалган. Жарым сааттын ичинде $S_{уд}$. күл цементтин дисперстүүлүгүнө жетет (310 $м^2$ /кг). Бир сааттык майдалоодо $S_{уд}$ күл 360 $м^2$/кг, ал эми 1,5 саатта 380 $м^2$/кг жетет. Андан ары майдалоодо дисперстүүлүктүн өсүүсү басаңдайт, үч сааттык майдалоодо $S_{уд}$ күл 390 $м^2$/кг чегинде калат, б.а., 1,5 сааттан кийин айланма тегирменде ГУ күлдүн диспертүүлүгүн көрсөткүчү басаңдайт.

Цементтин жана күл-цементтүү таштын гидратация даражасы боюнча комплекстүү метод менен химиялык байланышкан суунун саны 1; 3; 7; 28 жана 150 күндүк курактагы эркин акиташтын үлгүлөрүндө аныкталган. Эгерде цементке 150 суткада CaO 5,18% түзсө, анда күл-цементтүү таштардын үлгүлөрүндө 0,3% түздү.

Изилденип жаткан күлдүн фазалык түзүлүшүн изилдөө – d-SiO_2 d = 4,24; 3,34; 2,44; 1,81; Å, муллита ($3Al_2O_3 \times 2 \times SiO_2$) d = 5,39; 3,35; 2,86; 2,52; 2,19 Å көрсөттү жана карбонаттар кальциттин түзсүз майда түзүлүшү ($CaCO_3$) жана доломиттину ($MgCO_3 \cdot CaCO_3$) менен берилген. Дериватограмма рентгенографикалык анализдин маалыматтарын тастыктайт жана күлдүн

органикалык эмес бөлүгүнүн туруктуулугу тууралуу ойлонууга негиз берет. Күл заттык курамы боюнча аморфтолгон чопо заттардан жана кварцтын сындырылган бүртүктөрүнөн, талаа шпатынан, кальций жана магний карбонатынан турган айнек сымал жана кристалл фазалардан турат, ошондой эле эки кальцийлүү силикаттан, алюминат кальцийден, муллиттен ээрүүсүнөн бөлүнүп чыккан заттардан турат. Шлактуу гравий негизинен айнек түрдүү фазалардан турат: CaO –Fe_2O_3-SiO_2 системасына тиешелүү сарыраак айнек; күңүрт, кочкул түстүү жана кара, фазалуу айнек (20-30%); кристалликалык түзүлүш бар экендиги белгиленет (кварц, кальцит, муллит, магнетит, C_2S; CA ж.б.). Күлдү механикалык активдештирүүнүн жыйынтыгында ичке дисперстүү күлдүн пуццоландашуу натыйжасы күчөйт.

КШКны чапташтыргыч заттарды чыгаруу өндүрүшүндө колдонууну эки багытта жүргүзүүгө мүмкүн: түздөн-түз цемент заводундагы клинкерге цементтин маркасын төмөндөтпөй активдүү минералдык кошулмалар катарында жана анын ченемдик мүнөздөмөлөрүн өзгөртпөй алдына-ала же биргелешкен активация менен (майдалоо) цементке толтургуч катарында колдонсо болот.

Берилген изилдөөдө отун калдыктарынын (чан сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления), жана КШК) негизги физико-механикалык мүнөздөмөлөрү изилденген ($ЦЗВ_м$; $ЦЗВ_и$; $ЦЗШВ_м$; $ЦЗШВ_и$) композит чапташтыргыч заттардын аларга цемент менен майдаланган калдыктарды киргизүүнүн (механикалык) ар түрдүү ыкмалары же аларды чогуу аралаштыруудагы (майдалоо) таасири изилденген.

Баштапкы этапта чан сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления), же күл-шлактуу аралашма менен толтурулган композит чапташтыргычтардын негизги физика-механикалык касиеттери изилденген жана КШКны алдына-ала цемент менен активдештиргенден кийин аларды колдонуунун натыйжалуулугу жогорулаганы аныкталган.

Күл-цементтүү чапташтыргычтын ($КЦЧ_и$) негизги касиеттерин цемент менен майдаланган күл толтуруучунун санына жана даражасына болгон таасирин мындан ары изилдөө үчүн эки факторлуу эксперимент ишке ашырылган, анда варьирлөөчү фактор катарында төмөндөгүлөр кызмат кылышкан: X_1 – күлдүн саны 20 ± 10 % жана X_2- майдалоо убактысы 1± 1 саат. Эксперименттердин чыгуучу параметрлери катарында тандалып алынгандар:кармап калуу мөөнөтү, саат (башталышы -Y_1), (аягы- Y_2), ТВО (Y_3) кийинки тыгыздыгы жана 28 күндөн кийинкиси (Y_6) жана ийүү жана кысуу бекемдиктери, МПа (Y_4 - $R^{тво}_{ийү}$; Y_5 - $R^{тво}_{кыс}$; Y_7 - $R^{28күн}_{ийү}$ МПа; Y_8- $R^{28күн}_{кыс}$), Y_9 - жумшартуу коэффициенти Кр.

Эксперименттин жыйынтыктары боюнча касиеттердин математикалык модели $ЦЗВ_и$ жана алардын графикалык үлгүлөрү алынган:

Y_1 (карм.баш) = $3{,}88 + 0{,}39\,x_1 - 0{,}65x_1^2 - 0{,}72\,x_2 + 0{,}75\,x_2^2 - 0{,}55\,x_1x_2$ (1)

Y_2 (карм. аягы) = $9{,}33 + 0{,}32\,x_1 + 0{,}94x_1^2 - 0{,}68\,x_2 + 0{,}05\,x_2^2 - 0{,}28\,x_1x_2$ (2)

$Y_3\ (\rho^{тво}) = 2{,}21 - 0{,}02\,x_1 - 0{,}001x_1^2 - 0{,}007\,x_2 + 0{,}01\,x_2^2 + 0{,}007\,x_1x_2$ (3)

$Y_4\ (R^{тво}_{ийү}) = 5{,}60 + 0{,}41\,x_1 + 0{,}22x_1^2 + 0{,}07\,x_2 - 0{,}03\,x_2^2 - 0{,}03\,x_1x_2$ (4)

Y_5 ($R^{тво}_{кы}$) = 21,23 – 1,3 x_1 + 0,1x_1^2 + 3,65 x_2 – 1,25 x_2^2 + 0,53 x_1x_2 (5)

Y_6 (ρ^{28}) = 2,158 – 0,018 x_1 – 0,002x_1^2 + 0,01 x_2 + 0,013 x_2^2 + 0,002 x_1x_2 (6)

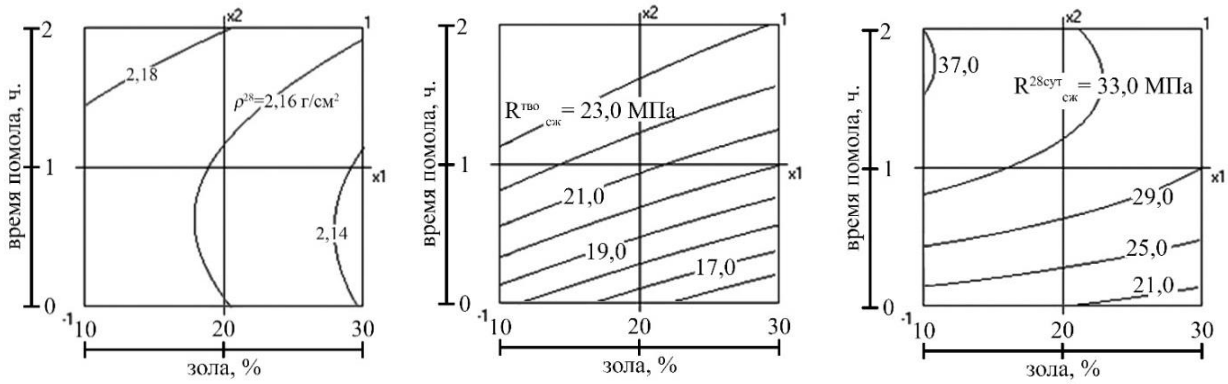
Y_7 ($R^{28күн}_{ийү}$) = 5,23 + 0,01 x_1 + 0,13x_1^2 + 0,04 x_2 + 0,30 x_2^2 – 0,25 x_1x_2 (7)

Y_8 ($R^{28күн}_{кы}$) = 31,91 – 2,79 x_1 – 0,14x_1^2 + 6,23 x_2 - 4,71 x_2^2 – 0,92 x_1x_2 (8)

Y_9 (Кр) = 1,15 – 0,02 x_1 – 0,06x_1^2 + 0,0762 x_2 + 0,04 x_2^2 + 0,042 x_1x_2 (9)

Моделдердин коэффициенттердин анализи (1) жана (2) күлдүн цемент менен болгон узак майдаланышы (x_2 = +1) кармап калуусун төмөндөтөт, чапташтыргычтын сызыктуу эффекти (b_2 = - 0,72 и b_2 = 0,68) көрсөттү, ал эми күлдүн максималдуу концентрациясы (x_1 = +1) кармап калуу мөөнөтүн жогорулатууга алып келет Y_1 и Y_2 (b_1 = 0,39 и b_1 = 0,32).

Цементтүү таш микро-,макрокристаллдардан жана гел сымал массадан тураары белгилүү. Күл-цементтүү таштын курамынын чоңураак тыгыздыгы бүртүк аралык боштуктардын азыраак өлчөмүндө камсыздалат. ТВОдон кийин чапташтыргычтын тыгыздыгы 2,2 дан 2,16 г/см^2 чейин чапташтыргыч күл менен толтурулушуна жараша тыгыздыгы төмөндөйт, ал эми 28 күндүк катууда (1-сүр.) 2,17 дан 2,14 г/см^2 чейин болоору аныкталган.



1-сүрөт. Күл цементтүү чапташтыргычтын КЦЧ үлгүлөрүнүн тыгыздыгы (ρ^{28}), ТВО ($R^{тво}_{кыс}$) кийинки жана 28 күндүк ($R^{28сут}_{кыс}$) тыгыздыгы

Чапташтыргычты 30% күл менен толтуруу бир нече жогорулайт $R^{тво}_{ийү}$ 5,0 дан 6,5 МПа чейин, ал эми тыгыздыгы $R^{тво}_{кыс}$ кысууга карата ЦЗВ$_м$ активациясыз бир аз гана 18,5 дан 16,0 МПа чейин төмөндөйт, катуунун 28 күндүк үлгүлөрү үчүн $R^{28күн}_{кыс}$ 21,0…22,0 МПа бирдей бойдон калат.

Цементти 1 саатта 10-20% ГЖ менен акивациялоодо ЦЗВ$_и$ чапташтыргыч менен камсыздайт жана таза цемент менен теңме-тең $R^{28күн}_{кыс}$ = 30-33 МПа бекемдейт.

Цементти 2 саат 30% күл менен майдалоодо ЦКЧ бекемдиги 16 дан 23 МПа чейин өсөт, б.а. 50% га. Бекемдиги боюнча чоңураак техникалык эффект ЦЗВ$_и$ $R^{28күн}_{ыкс}$ = 37 МПа 2 саат цементти 10% күл менен активациялоодо камсыздалат.

Эксперименттин бардык планынын 9 чекиттеринде бардык чапташтыргычтар үчүн жумшартуу коэффициенти Кр $\geq$ 1,0 канааттандыраарлык болгон.

КШЧ ден толтуруучу менен КЦКЧ чапташтыргычтын курамын оптималдаштыруу касиеттердин (10-15) ЦЗШВ$_и$ математикалык моделдеринин

эсептелген коэффициенттери жана алардын номограмм түрүндөгү графикалык үлгүлөрү боюнча жүргүзүлгөн (сүр.2).

Y_1 (нач.схв.) = $2,59 + 0,21\, x_1 - 0,08 x_1^2 - 0,58\, x_2 + 0,18\, x_2^2 - 0,01\, x_1 x_2$ (10)

Y_2 ($_{\text{конец.схв.}}$) = $5,61 + 0,49\, x_1 - 0,67 x_1^2 - 0,37\, x_2 + 0,23\, x_2^2 + 0,01\, x_1 x_2$ (11)

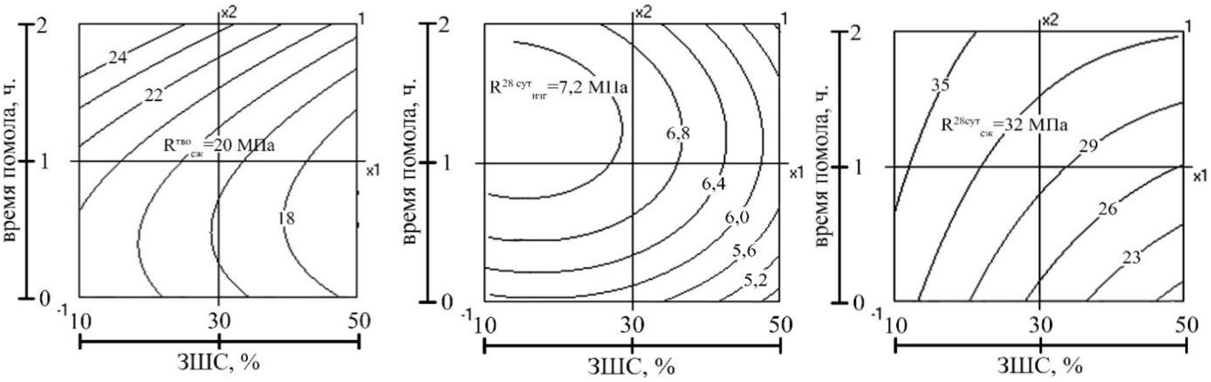
$Y_{(3)}$ ($R^{\text{тво}}_{\text{изг}}$) = $4,65 - 0,34\, x_1 + 0,16 x_1^2 + 0,56\, x_2 + 0,45\, x_2^2 - 0,35\, x_1 x_2$ (12)

$Y_{(4)}$ ($R^{\text{тво}}_{\text{сж}}$) = $19,4 - 2,25\, x_1 + 0,05 x_1^2 + 1,99\, x_2 - 1,96\, x_2^2 - 0,65\, x_1 x_2$ (13)

$Y_{(5)}$ ($R^{28\text{сут}}_{\text{изг}}$) = $7,10 - 0,81\, x_1 - 0,52 x_1^2 + 0,44\, x_2 - 0,92\, x_2^2 - 0,17\, x_1 x_2$ (14)

$Y_{(6)}$ ($R^{28\text{сут}}_{\text{сж}}$) = $29,88 - 4,90\, x_1 + 0,90 x_1^2 + 4,28\, x_2 - 0,38\, x_2^2 + 2,44\, x_1 x_2$ (15)

Үлгүлөрдүн бекемдиги ЦЗШВ Y_4 *($R^{\text{тво}}_{\text{кыс}}$)* (2-сүр.) КША концентрациясынын жогорулашына жараша төмөндөйт ЗШС: 20,5 дан МПа 17,5 МПа чейин механикалык аралаштырууда; 1 саат $R^{\text{тво}}_{\text{кыс}}$ майдалоодо 22 дан 17 МПа чейин төмөндөйт; 2 саатта 25 дан 20 МПа га чейин. 10-30% КША толтуруучу менен чапташтыргычтын бекемдиги $R^{\text{тво}}_{\text{кыс}}$ 2 саат майдалоодо 19,5 дан 25 МПа чейин жана 19,0 дан 23 МПа чейин жогорулайт.



2-сүрөт. Күл-цемент шлактуу чапташтыргычтын үлгүлөрүнүн КЦШЧ ТВО ($R^{\text{тво}}_{\text{сж}}$) кийинки бекемдик, 28 күндүк ийилүү ($R^{28\text{күн}}_{\text{ийү.}}$), кысуу ($R^{28\text{күн}}_{\text{кыс}}$)

КША курамында 10% бекемдигин жогорулатуучу чапташтыргыч 2 саатка чейин 20,5 до 25 МПа майдалоо убактысын жогорулатуу менен мүмкүн болот. Ал эми КША 50% концентрациясында 2 саат биргелешкен майдалоодо бекемдиги 18 дан 20 МПа чейин болуп, анчалык байкаарлык деле эмес. КЦШЗ активациялоо ийилүүгө бекемдикти жогорулатат жана $R^{28\text{күн}}_{\text{ийү}}$ = 7,2 МПа максималдуу, ал эми КШК жогорулашы менен 5,2…5,6 МПа чейин төмөндөшү байкалууда. Кысуудан кийинки бекемдик 28 күндөн соң 50% чейин толтуруучу менен майдаланбаган чапташтыргычтын катышы 33 дөн 20 МПа чейин төмөндөйт. Ал эми 2 сааттык майдалоо бул эффекти 37 дан 32 МПа га чейин төмөндөтөт. КША 50% максималдуу толтуруу үчүн жана активдүүлүгү 29-32 МПа болгон чапташтыргыч КЦШЗ алуу үчүн милдеттүү болгон технологиялык ыкма болуп 1,5 – 2 саат майдалоо экендиги аныкталган.

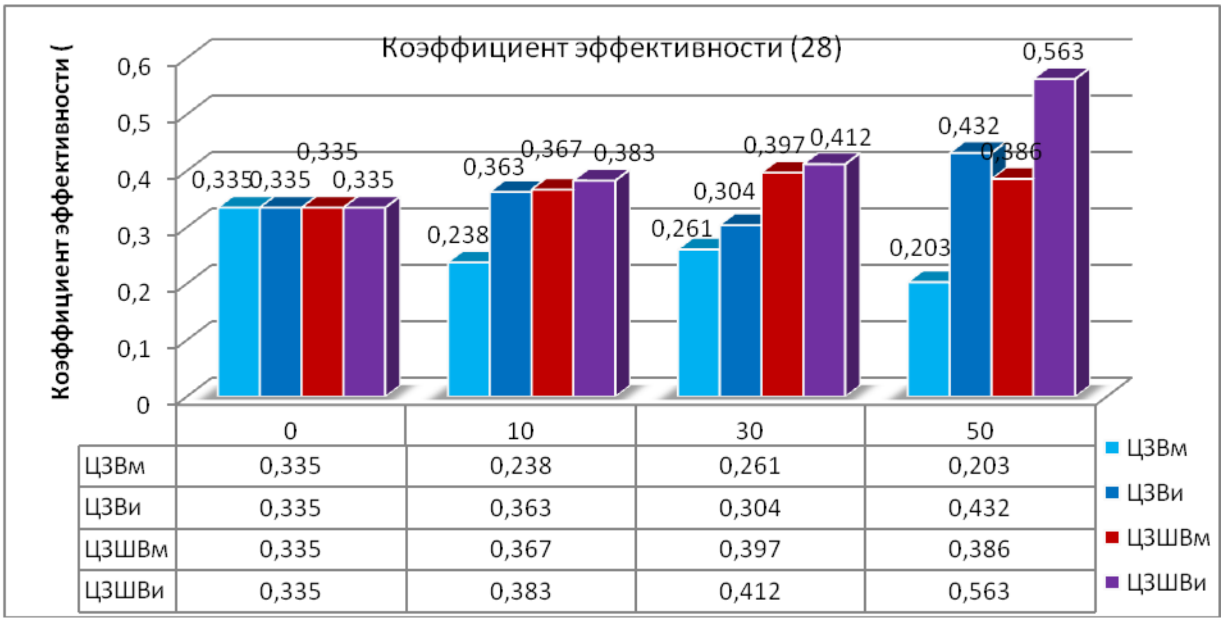
Ошентип, цементтеги толтуруучунун санын жана майдалоо убактысын жөнгө салуу менен композит чапташтыргычтын керектүү маркасын алууну камсыз кылууга мүмкүн болот.

Гидро жок кылуучу күлдүн толтуруучуларын жана күл-шлак аралашмаларын колдонуунун максаттуулугу каралып жаткан чапташтыргычтарда цементти колдонуунун эффективдүүлүк коэффициенти боюнча бааланган. $К_{\text{эф}}$ эсептөө үчүн ККУ кийинки бекемдөөнүн

жыйынтыктары жана 10-50 % күл калдыктарынын (ЦЗВ$_{м}$; ЦЗВ$_{и}$; ЦЗШВ$_{м}$; ЦШЗВи) 28 күндөн кийинки курактагы цемент колдонулган.

Изилдөөлөрдүн жыйынтыктары боюнча (3-сүр.) чоңураак $К_{эф}$ цементтин жана күл-шлактуу аралашмасын аралаштырып майдалоосунан алынган чапташтыргыч үчүн мүнөздүү экендиги аныкталган.

КША концентрациясына жараша $К_{эф}$ 0,383 дан 0,563 чейин өзгөргөн. Цементтин жана күлдүн ГЖ негизинде чапташтыргыч үчүн $К_{эф}$ эффективдүүлүк коэффициенти 0,335 дан 0,432 чейин өзгөрөт. Мында цементке толтуруучуларды колдонуунун эффективдүүлүгү КША катуу шартында жогорулайт.



	0	10	30	50
ЦЗВм	0,335	0,238	0,261	0,203
ЦЗВи	0,335	0,363	0,304	0,432
ЦЗШВм	0,335	0,367	0,397	0,386
ЦЗШВи	0,335	0,383	0,412	0,563

3-сүрөт. Цементтин чапташтыргычта 28 күн катыган соң колдонуунун эффективдүүлүк коэффициенти ($К_{эф}$.): ЦЗВм, ЦЗВи, ЦЗШВм, ЦЗШВи.

Курулуш материал таанууда КШК кайра иштетүүнүн бирден-бир багыттарынан болуп жеңил толтууручуларды жана алардын негизинде бетондорду алуу эсептелет. Изилденип жаткан отун шлактарынын запастарын алгылыктуу маанисин эске алуу менен күл-шлактуу аралашмалардын жана жанчылган шлактын толтуруучулардын физика-механикалык мүнөздөмөлөрү изилденген. КШК толтуруучулар силикаттуу жана темирлүү кыйроого карата туруктуулукка ээ экендигин сыноолор көрсөттү. Майда фракциялар үчүн (0-5мм) сууга карата муктаждык 4,83...12,3 жана бекемдик 1,64 -0,38 МПа; (5-10мм) фракциялар үчүн сууга карата муктаждык 9,5-9,0 жана бекемдик 1,64 - 0,38 МПа, шлактан толтуруучу жана КШК карата да ошондой эле болот.

«Отун калдыктарын колдонуу менен композит чапташтыргычтарда жана толтургучтарда майда бүртүк бетондун курамын иштеп чыгуу» деген аталыштагы төртүнчү глава композит чапташтыргыч заттардын жана КШКдан алынган майда толтургучтардын негизинде майда бүртүк бетондорду иштеп чыгууга арналган.

Алдына-ала изилдөөлөр ар түрдүү концентрациядагы 10, 30, 50% цементтин жана күл калдыктарынын биргелешкен майдаланышынын эффективдүүлүгүн көрсөттү. Андыктан МББ курамын иштеп чыгуу боюнча мындан аркы изилдөөлөр КШК менен активдештирилген композит чапташтыргычтарда жүргүзүлгөн.

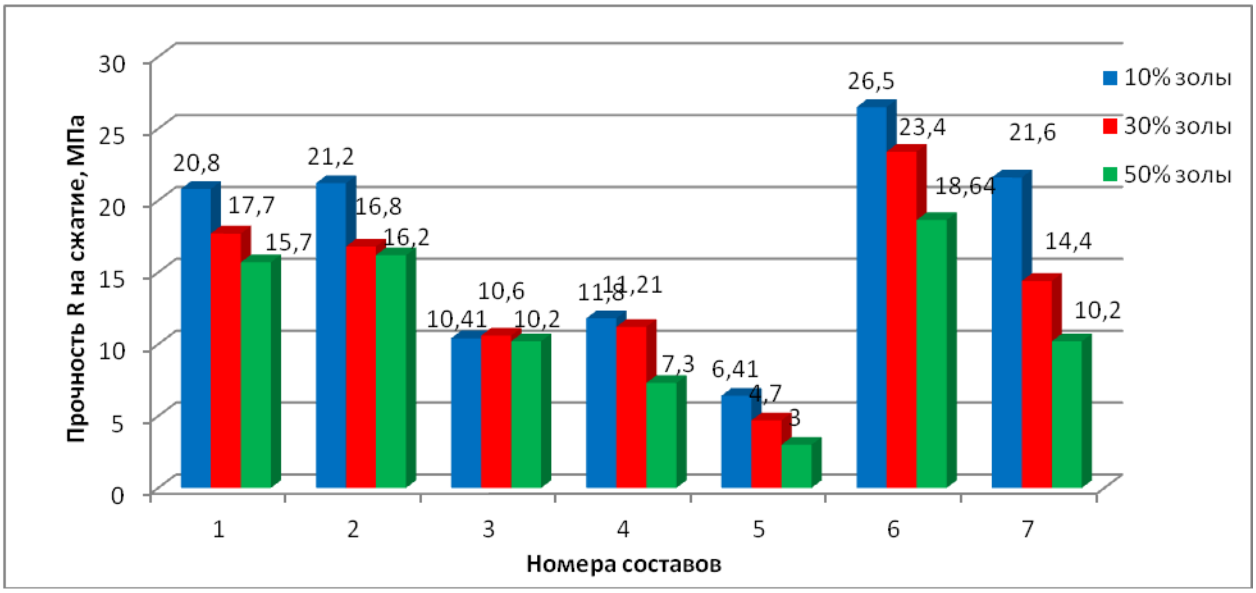
Чапташтыргычтардын негизиндеги (ЦЗВ$_и$) жана (ЦЗШВ$_и$) МББ физико-механикалык мүнөздөмөлөрү алдына-ала ар түрдүү фракциялардагы майда толтуруучуга карата (кум, шлак) ар түрдүү катыштагы 7 түзүмдө каралган. Отун шлактан алынган майда толтуруучу алдына-ала жанчылган жана 5-10 мм жана 0-5 мм фракцияларга бөлүнгөн. Гидро жок кылуучунун күлү же күл-шлактуу аралашма толтуруучу менен цементтин аралашма түрүндөгү чапташтыргыч 1 сааттын ичинде майдалоого дуушар болгон.

Изилдөөлөрдө композит чапташтыргычтардагы жана шлактагы ар түрдүү катыштардагы 7 түзүмдү тандап алабыз.

ЦЗВ$_и$ жана ЦШЗВ$_и$ майда бүртүк бетондор ТВО кийин жана 28 күндүк ченемдүү катуудан кийин октук кысуулар сыналган. Ага ылайык тыгыздык, В/Ц жана аралашманын кыймылдуулугу катталган.

4-сүрөттө ар түрдүү даражадагы толтуруучудагы ЦЗВ$_и$ чапташтыргычтардагы жана жети түзүмдөгү шлактуу толтуруучудагы МББ бекемдик көрсөтүлгөн. Чоңураак бекемдикке 1,2,6 жана 7 үлгүдөгү түзүмдөр 10% толтуруучу менен 28 күндөн кийин $R_{сж}^{28}$ = 20,8; 21,2; 26,2; и 21,6 болгон.

Бекемдиктин жогорку көрсөткүчү 26,2 МББ № 6 түзүмдө аныкталган, 30, 50% дагы толтуруучуда $R_{сж}^{28}$= 23,4 и 18,64 МПа. Ал эми № 1, 2 и 7 түзүмдөрдө $R_{сж}^{28}$= 17,7; 16,8 и 14,4 МПа (30% толтуруучу). И $R_{сж}^{28}$= 15,7; 16,2 и 10,2 МПа (30% толтуруучу).

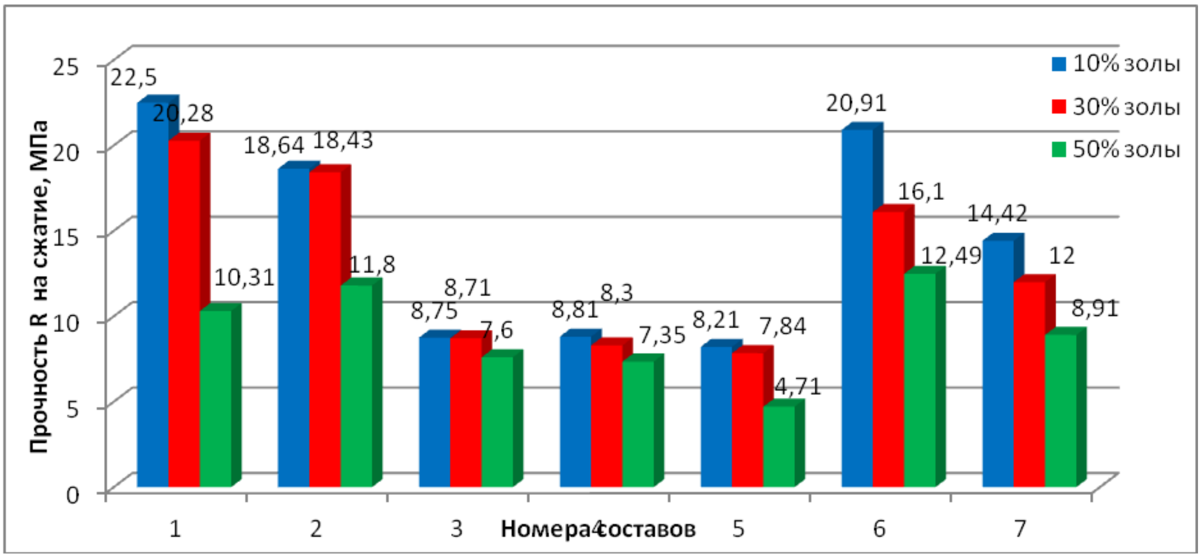


4-сүрөт. ЦЗВ$_и$ жана отун шлактан толтуруучу МББ нын 28 күндүк катуусу

МББ жылуулук-нымдуу кайра иштетүүдөн кийин (ЦЗВ$_и$ күл менен 10%) № 6 түзүм бекемдиктин чоңураак көрсөткүчүн көрсөткөндүгү белгилүү керек $R_{сж}^{ТВО}$ = 24,3 МПа жана № 7 түзүм үчүн $R_{сж}^{ТВО}$ = 20,3 МПа. Андан ары № 1 түзүм

$R^{\text{тво}}_{\text{сж}}$ = 16,2 МПа камсыздайт жана № 2 курамы үчүн $R^{\text{тво}}_{\text{сж}}$ = 14,75 МПа, мында толтуруучу катарында одоно шлак (5-10 мм) колдонулган. Шлактуу толтуруучудагы МББ тыгыздыгы табигый кумдардагы үлгүлөрдөн тыгыздыгы төмөн болот.

ЦЗШВ$_{и}$ курамдуу КША 10; 30 жана 50% чапташтыргычтын МББ физико-механикалык анализи ранжирлөө боюнча бекемдигинин чоңураак мааниси №1, №6 жана № 2 түзүмдөрдө байкалууда, алар курамы боюнча майда толтуруучусу боюнча айырмаланып тургандыгын белгилөөгө болот.



5-сүрөт. ЦЗШВда 28 күндүк катуудан кийин МББ нын бекемдиги

КША курамдуу чапташтыргычтын (6) курамы үчүн 10; 30; 50% кыймылдуу аралашмалар 4; 4; 3 см түзөт жана көрсөткүчтөрү ага карата В/Ц – 0,62; 0,61 жана 0,6. ТВО кийин МББ үлгүлөрүнүн бекемдиги $R^{\text{тво}}_{\text{сж}}$ 19,69 дан 10,49 МПа чейин төмөндөйт, б.а. КША 50% чапташтыргычтын 2 эсе максималдуу курамын түзөт. 28 күндүк катуудан кийин үлгүлөрдү сыноодо ушундай эле көз карандылык байкалат, катуу– $R^{\text{т28}}_{\text{сж}}$ 20,91 дан 12,49 чейин 40 % төмөндөйт (5-сүр.).

МББ курамын оптимизациялоо үчүн алдына-ала изилдөөлөрдүн жыйынтыктарынын негизинде эки факторлуу эксперимент ишке ашырылган. Варьирленген факторлор катарында төмөндөгүлөр тандалып алынган: X_1 – күлдүн саны ГУ ЦЗВ$_{и}$ (30±20), %; X_2 – ЦЗВ$_{и}$ жана шлактан майда толтуруучу менен (0-5-10), мм ортосунданы катышы. Сапаттын параметрлери катарында кызмат аткарган: тыгыздык МЗБ – ρ. кг/м^3; ТВО – $R^{\text{тво}}_{\text{сж}}$, МПа кийинки бекемдик; 28 күндүк бекемдик – $R^{\text{28сут}}_{\text{сж}}$, МПа.

Эксперименттин жыйынтыктары боюнча МББ касиеттеринин экинчи катардагы (16-18) ЭС-модели жана номограмм түрүндө алардын графикалык үлгүлөрү алынган:

$$\rho = 1838 - 26{,}7\,x_1 - 6{,}7\,x_1^2 - 46{,}7\,x_2 + 13{,}3\,x_2^2 + 5{,}0\,x_1x_2 \quad (16)$$

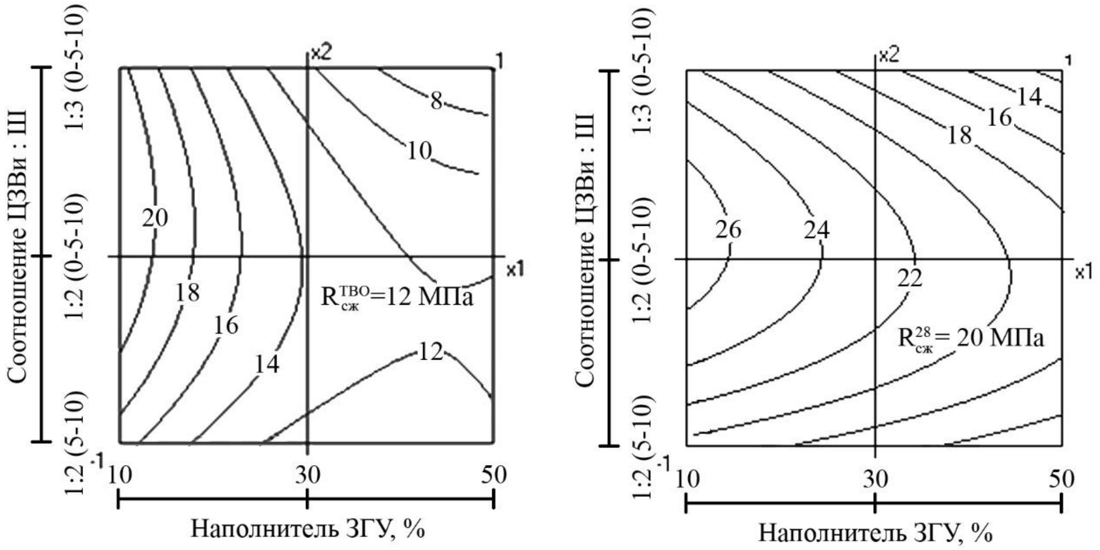
$$R^{\text{тво}}_{\text{сж}} = 13{,}85 - 5{,}02\,x_1 + 2{,}93\,x_1^2 - 0{,}41\,x_2 - 3{,}13\,x_2^2 - 2{,}31\,x_1x_2 \quad (17)$$

$$R^{28}_{\text{сж}} = 22{,}28 - 4{,}04\,x_1 + 0{,}86\,x_1^2 - 1{,}33\,x_2 - 6{,}11\,x_2^2 - 1{,}6\,x_1x_2 \quad (18)$$

Модель боюнча (16) МББ тыгыздыгы чапташтыргычта ГУ күлдүн санынан төмөндөйт деп айтууга болот жана ЦЗВ$_и$:Ш катыштан көз каранды, мында сызыктуу эффекттер x_1, x_2 да ($b_1 = - 26,7$ и $b_2 = - 46,7$) түзөт.

6-сүроттө ТВО кийин МББнын бекемдиги ЦЗВ$_и$ чапташтыргычтан санынан көз каранды экендиги көрүнүп турат. МББ үчүн 1:2 (5-10 мм) катышы менен бекемдик 17 МПа (10 % ЗГУ) дан 12 МПа (50 %) чейин төмөндөйт, мында ЦЗВ толтуруучунун бекемдиги 30-50 % стабилдүү бойдон калат.

ТВОдон кийин бекемдик 1:2 (0-5-10 мм) катышында 20 дан 14 МПа (күл ГУ-10-30 %) чейин төмөндөйт жана мындан ары 14 дан 12 МПА чейин бир аз гана өзгөрөт. 1:3 (0-5-10 мм) катышында МББ бекемдик $R^{тво}_{сж}$ 20 МПа дан 6 МПа чейин кескин төмөндөйт, бул болсо анда чапташтыргычтан аз сандагы курамы менен байланышкан.



6-сүрөт. ТВОдон кийин жана 28 күндөн кийинки ЦЗВи МББнын

бекемдик номограммасы

6-сүрөттө МББнын 28 күн катыган соң бекемдиги көрсөтүлгөн, биринчи учурда 20 МПа дан 15 МПа чейин төмөндөгөн. Экинчи учурда 1:2 (0-5-10 мм) катышында 26 МПа дан 18 МПа чейин төмөндөгөн. Ал эми 1:3 (0-5-10 мм) $R^{28}_{сж}$ катышында кескин төмөндөгөн, анткени толтуруучу ЦЗВи 22 МПа дан 12 МПа чейин болгон, б.а. 2 эсеге чукул.

МББ тыгыздыгы жана бекемдиги чан сымал күлдөн (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления), жана ЦЗВ$_и$ композит чапташтыргычтан толтуруучунун төмөндөшү менен МББ тыгыздыгы жана бекемдиги төмөндөгөнү аныкталган жана бекемдиктин чоңураак көрсөткүчтөрү МББ 1:2(0-5-10 мм) түзүм үчүн $R^{28}_{сж} = 26$МПа экендиги аныкталган, мында тыгыздык 1860 кг/м^3 түзөт, ал эми чапташтыргычтагы толтуруучунун саны 10-15 чегинде болушу мүмкүн.

ЦЗШВ$_и$ чапташтыргычтагы ЭС-моделдеги (19-21) МББ түзүмдү оптимизациялоо МББ касиеттерин жана алардын номограмаларынын графикалык үлгүлөрү.

$$\rho = 1823 - 50,0\,x_1 - 0,0\,x_1^2 - 8,3\,x_2 - 35\,x_2^2 + 42,5\,x_1x_2 \qquad (19)$$

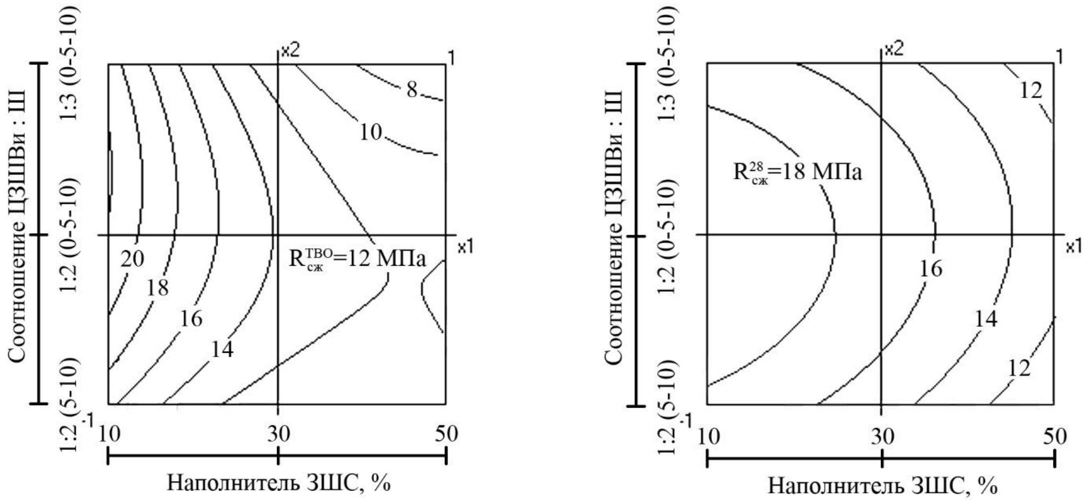
$$R^{тво}_{сж} = 13,92 - 2,83\,x_1 + 0,853\,x_1^2 - 0,48\,x_2 - 3,44\,x_2^2 - 0,99\,x_1x_2 \qquad (20)$$

$$R^{28}_{сж} = 17,15 - 3,46\,x_1 - 0,98x_1^2 - 2,26\,x_2 - 2,47\,x_2^2 - 0,33\,x_1x_2 \qquad (21)$$

Ар бир фактордун МББ тыгыздыгына жана бекемдик касиеттерге болгон таасиринин анализи эки фактор тең жогорку деңгээлдерде бетондун тыгыздыгын төмөндөтөт ($x_1, x_2 = 1$). Сызыкттуу коэффициенттер ($b_1 = -50,0$ и $b_2 = -8,3$) түзүлөт жана чоңураак экинчи фактор таасир берет.

7-сүрөттө МББ 1:2 (5-10 мм) катышында 16 МПа (10 % ЗГУ) дан 12 МПа (50 %) чейин бекемдигин жоготот жана 30-50 % ЦЗШВи чапташтыргыч толтуруучуда туруктуу бойдон калганы көрүнүп турат.

1:2 (0-5-10 мм) катышында ТВО кийин бекемдик $R^{тво}_{сж}$ 20 дан МПа чейин төмөндөйт 12МПа чапташтыргыч толтуруучу менен 10-30 %, андан соң бекемдик азыраак гана өзгөрөт. МББ үчүн 1:3 (0-5-10 мм) катышы менен $R^{тво}_{сж}$ МББ 20дан МПа 8 МПа чейин кескин төмөндөйт, бул болсо ч ЦЗШВи чапташтыргычтын аз курамы менен байланышкан.



7-сүрөт. ТВО кийин жана ЦЗШВи МББнын 28 күндүк бекемдик номограммасы

7-сүрөттө МББ $R^{тво}_{сж}$ биринчи учурда 18 МПа дан 10 МПа чейин төмөндөгөнү көрүнүп турат. Экинчи учурда 1:2 (0-5-10 мм) катышында $R^{28}_{сж}$ 18 МПа дан 14 МПа чейин төмөндөйт. Эгерде 1:3 (0-5-10 мм) катышта $R^{28}_{сж}$ ЦЗШВи 20 МПа дан 12 МПа чейин толтуруучунун чоңоюшуна жараша кескин төмөндөйт. МББ бекемдигинин чоңураак көрсөткүчтөрү $R^{28}_{сж} = 20,9$ МПа 10% КША менен түзүм үчүн аныкталган жана катышы $ЦЗВ_и$, $ЦЗШВ_и$ толтуруучуга карата 1:2 (0-5-10 мм), мында тыгыздык 1820-1850 кг/м^3 чукул болот. ТВОдо 10% КША кошулманын пуццоланикалык эффекти ТВО катуу шарттарында күчтүрөөк байкалат. Окшош түзүмдө $R^{тво}_{сж} = 22$ МПа > $R^{28}_{сж} = 18$ МПа.

МББ негизги касиеттерин изилдөөнүн жыйынтыктары чан сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления) менен күл-шлактуу аралашманын толтуруучусу менен цементтин ар түрдүү композицияларын чапташтыргыч катарында колдонуу

мүмкүн болоорун көрсөттү. МББ үчүн майда толтуруучу болуп нык отун шлак же табигый кум менен аралашкан нык шлак кызмат кылышы мүмкүн.
Күл цемент чапташтыргыч кошулган бетон цемент аралашкан бетонго караганда жайыраак катыйт. Убакыт өткөн сайын күл кошулган бетондун бышыктыгы жогорулап, 28 күн өткөндөн кийин ТВОдон кийинки убакта цеиент кошулган бетонго караганда бышыктыгы томөнүрөөк болот.

Бирок мындан аркы курагында күл менен бууланып даярдалган бетон кошулмасыз бетонго караганда отө бышык болот. Бууланган бетон ТВО кийин 80% кем эмес долбоордук бекемдикке ээ, бир айдан кийин долбоордук бекемдикке ээ болот. Оор бетондун жылуулук өткөрүмдүүлүгү аба-кургак абалында 1,2 Вт/ м×К, б.а. шлактан жана күл курамдуу цементтин негизинде алынган МББ караганда 2-4 эсе чоңураак.

Ошентип, эксперименттик изилдөөлөрдүн жыйынтыктары боюнча МББ тыгыздыгы жана бекемдиги КША же чан сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления) толтуруучунун чоңоюшуна жараша композит чапташтыргыч заттарда төмөндөйт.

1-таблицада МББ композит чапташтыргычтар (ЦЗВ$_{и}$, ЦЗШВ$_{и}$) 10, 30 жана 50% толтуруучу менен оптималдуу курамы берилген.

Таблица 1 – 1 м^3 композит чапташтыргычтагы МББнын курамы

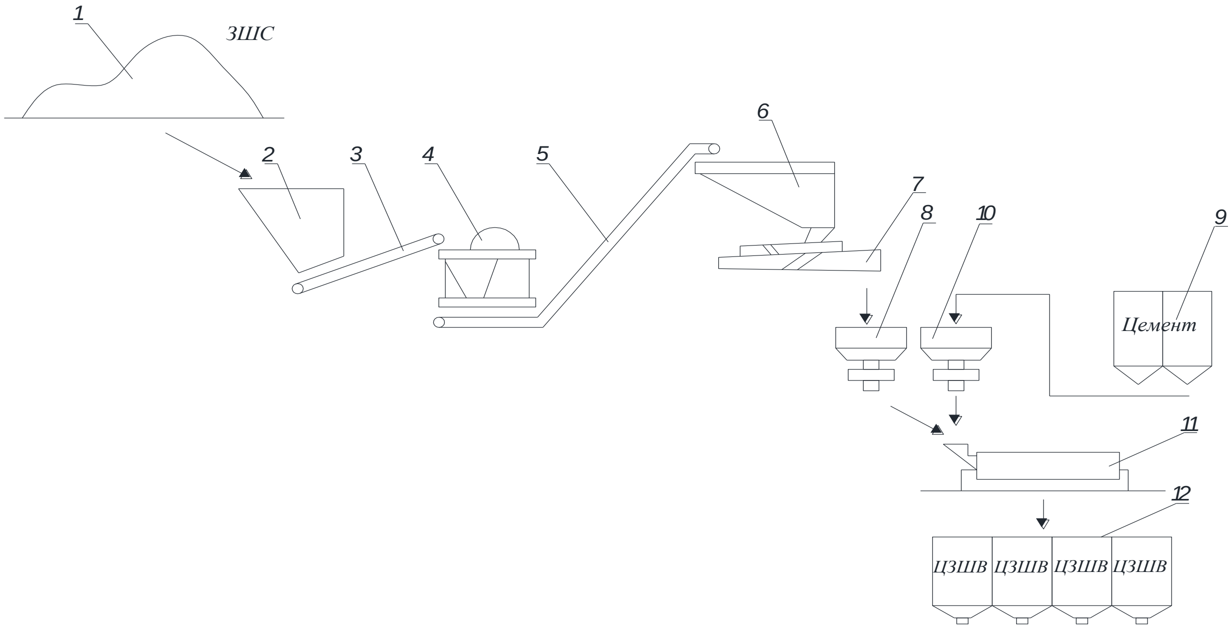
№ түзүм	Чапташ. түрү	Бетондун маркасы/ классы	Тыгыздык МЗБ (ρ), кг/м^3	Курамы ПЦ, м^3	Толтуруу.ку-рамы, м^3, (%)	Шлак толтур.саны, м^3
2	**Композит чапташтыргычтагы МББ: Ш (шлак фр. 5-10мм) = 1:2**					
	ЦЗШВи	200 (В15)	1820	0,297	0,033(10)	0,67
		150 (В10)	1780	0,23	0,10(30)	0,67
		100 (В7,5)	1730	0,16	0,17(50)	0,67
	ЦЗВи	200 (В15)	1840	0,3	0,03 (10)	0,67
		150 (В10)	1780	0,2	0,1 (30)	0,67
		100 (В7,5)	1760	0,15	0,15(50)	0,66
6	**Композит чапташтыргычтагы МББ: Ш(шлак фр. 0-5, 5-10мм)- 1:2**					
	ЦЗШВи	200 (В15)	1850	0,3	0,03(10)	0,67
		150 (В10)	1810	0,23	0,10(30)	0,67
		100 (В7,5)	1790	0,16	0,17(50)	0,67
	ЦЗВи	250 (В20)	1880	0,30	0,03(10)	0,67
		200 (В15)	1840	0,23	0,1(30)	0,67
		150 (В10)	1820	0,20	0,13(40)	0,67
		100 (В7,5)	1800	0,16	0,16(50)	0,67

7	**Композит чапташтыргычтагы МББ:Ш (шлак фр. 0-5, 5-10мм) = 1:3**					
	ЦЗШВи	150 (В10)	1810	0,175	0,075(30)	0,75
		100(В 7,5)	1750	0,125	0,125(50)	0,75
	ЦЗВи	200 (В15)	1860	0,2	0,05(20)	0,75
		150 (В10)	1830	0,163	0,09 (35)	0,75
		100(В 7,5)	1820	0,225	0,025 (50)	0,75

«Күл-цемент шлактуу, күл цементтүү чапташтыргыч заттардын жана алардын негизиндеги буюмдардын технологияларын жана өндүрүүнүн техникалык-экономикалык мүнөздөмөлөрүн иштеп чыгуу» деген аталыштагы бешинчи главада композит чапташтыргыч заттардын жана алардын негизинде алынган буюмдарды өндүрүүнүн технологиялык схемасы келтирилген. Изилдөөлөрдө көрсөтүлгөндөй (3-гл.) чан сымал күлдү (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления) жана күл-шлактуу аралашманы колдонуу менен композит чапташтыргыч өздүк негизги касиеттери боюнча оптималдуу саны салттуу цементтерден кем калбайт жана бетондорду өндүрүүдө, жарандык жана өнөр-жай өндүрүшүндө колдонушу мүмкүн. Композит чапташтыргыч заттарды алууда күл-шлактуу калдыктар белгилүү бир санда талапка ылайык даярдоодон кийин (жанчуу, кургатуу,элөө, ж.б.) цемент менен бетон аралыштыргычтарда кошулушу мүмкүн же алдына-ала дисперцияга дуушар болушат, б.а. ар түрдүү типтеги майдалоочу агрегаттарда активдештирилет.

ЦЗШВ катуу шлакты жок кылуучу менен казан-агрегат очоктордо пайда болуучу күл-шлактуу аралашмаларды колдонууда композит чапташтыргычтарды ЦЗШВ алуу үчүн ири бышкан шлактын бөлүктөрүн майдалоонун механикалык бөлүмдөрү, алардын 2,5 мм кем эмес майда фракцияларга бөлүү классификациясы жана алардын цемент менен болгон андан аркы биргелешкен майдаланышы каралган. Күл-цемент шлактуу чапташтыргычты даярдоо технологиясынын өзгөчө айрымачылыгы күл-шлак калдыктарын (ЦЗШВ) алдына ала кургатуу кереги жоктугу менен айырмаланат.

Технологиялык схема төмөндөгүдөй операциялардан турат (8-сүр.). Күл-шлактуу аралашманы жеткирүү ишкананын чийки затты аралыктык кампасына автоматтык төгүүчүлөр менен ишке ашырылат (1). Кабыл алуучу бункер аркылуу (2) тасма транспортер менен (3) КША капталчыл жангычка берилет (4). Андан ары тасма транспортер аркылуу (5) кабыл алуучу бункерге (6) орнотулган дозатор менен КША ири фракцияларга ≥ 5 мм (7) бөлүү үчүн элекке түшөт.



8-сүрөт. Күл-цемент шлактуу чапташтыргычты өндүрүүнүн технологиялык схемасы: 1-КША; 2,6 – кабыл алуучу бункер; 3,5 – тасма транспортер; 4 – Капталчыл жанчгыч;7 - элек; 8, 10 - цемент жана күл-шлактуу аралашма үчүн каныктыруучу менен бункер; 9 - цемент үчүн силос;11 –айланма тегирмен ;12 - күл-цемент шлактуу композит чапташтыргыч заттар үчүн силостор (ЦЗШВ)

КША майда фракциялар азыктандыруучу бункер аркылуу (8) белгилүү дозировкада айланма тегирменге түшөт (11) андан ары цемент менен майдалануу үчүн бункер-каныктыруучу аркылуу түшөт (10). Айланма тегирменден композит чапташтыргыч силос-складка берилет (12), андан ары сактоого жана каптоого жөнөтүлөт.

КШК жасалган дубал блокторун өндүрүү түздөн-түз күл төгүлүүчү аймактарда же бетон буюмдарын чыгаруу боюнча ишкананын кызматтагы комплексинде уюштурулушу мүмкүн жана бир нече этаптардан турат:1-композит чапташтыргыч заттарды даярдоо этабы; 2-бетон аралашмасын даярдоо этабы; 3-дубал блокторун түзүү этабы.

Күл цементтүү композит чапташтыргычтарды (КЦЧ) өндүрүүнүн технологиялык схемасы кургатуучу барабаны бар ЦЗВШ, гидро жок кылуучу күлдү 1-0,5% чейин алдына-ала кургатуу үчүн багытталган даярдоо технологиялары менен айырмаланат.

«Кум-Шагыл» ЖАК шартында чан сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления) менен күл-шлактуу аралашмадан алынган толтуруучу менен композит чапташтыргыч заттардан алынган жана В 15 (М200) жана В 7,5 (М 100) класстарындагы бетондордо сыналган.

КОРУТУНДУ

1. Комплекстүү анализ күл-шлактуу аралашмадагы негизги оксиддердин кошулмасы жана чан сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления) боюнча ар түрдүү SiO_2 – 52,09 жана 52,0 % кремнеземди кармоо жана маанилик модулу боюнча M_o- 0,14 жана 0,11 кычкылдарга кире тургандыгын көрсөттү.

2. Күл-шлактуу аралашма фракциялардын полидиспердүү аралашмасы экендигин көрсөтөт: 5-20мм - 49,4 %; күл-шлактуу кум 0,16-5 мм - 40,6 % жана күл чаңы бөлүкчөлөр менен < 0,16 мм - 9,9 %.

3. чан сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления) негизинен ичке дисперстүү бөлүктөрдөн турат: 0,16-0,63 мм – 10,3 %; фракциялар 0,08-мм – 53,1 %; азыраак фракциялар 0,05 мм – 55,8 %. Анын жеңил майдаланышы белгиленген 0,5 саат майдалаганда ГУ күлү цементтин дисперсттүүлүгүнө жетет 310 $м^2$/кг; 1 саат ичинде 360 $м^2$/кг; 1,5 саат ичинде майдалоонун дисперсттүүлүгү 380 $м^2$/кг жана 3 сааттан кийин дисперсттүүлүк 390 $м^2$/кг чегинде калат.

4. $ЦЗВ_и$ны чан сымал күл (таш көмүрдү жакканда пайда болгон жука, чаң сымал өтө майда күл – зола гидроудаления) менен активдештиргенде 10 % (1,5…2 с) бекемдик $R^{28сут}_{сж}$ = 37,0 МПа, $R^{28}_{изг}$ = 5,9 МПа жеткендиги жана цемент ташынын баштапкы бекемдигинен ашкандыгы аныкталган. Баштапкы цементке бирдей маанидеги бекемдик $R^{28сут}_{сж}$ = 33,0 МПа ГУ күлүн кармоодо 15…22 % болуш керек жана майдалоо убактысы 1,0…1,5 саат болуш керек.

5. 10% КШК кошулмасын майдалоодо цемент менен биргеликте $ЦЗШВ_и$ чапташтыргычка максималдуу бекемдик камсыздалат $R^{28сут}_{сж}$ = 38 МПа, баштапкы цементтен бекемдиги 13 % ашат. Цементке карата бирдей маанидеги бекемдик $R^{28сут}_{сж}$ =33 МПа болушу 0,5…2 саат майдалоодо камсыздалгандыгы аныкталган.

6. Күл-цементттүү же күл-цемент калдыктуу чапташтыргычтарды (10-50%) жана 0-5 жана 5-10 мм отун шлактуу фракцияларды колдонуу майда бүртүк бетондун В7,5-В20 классын алууга мүмкүн экендиги аныкталган.

7. Экономикалык эффект $ЦЗВ_и$ (ГУ 30% күл) 10 000 т чыгарууда жылына 3 422 300 сомду түзөт; экономикалык эффект (ЗШС 20 %) 10 000 т чыгарууда жылына 3 836 970 сомду түзөт; экономикалык эффект 10 000 тонна В-15 (М200) бетонду чыгарууда 2 490 000 сомду түзөт; 10 000 даана майда бүртүк бетондон В-15 (М200) шарттуу дубал блокторун өндүрүүдө экономикалык эффективдүүлүк 29600 сомду түзөт.

ЖАРЫЯЛАНГАН ЭМГЕКТЕРДИН ТИЗМЕСИ

1. Джусупова, М.А. Особенности получения композиционного цементнозольного вяжущего [Текст] / М.А. Джусупова, **С.Т. Кульшикова** // В сборнике: The Europe and the Turkic World: Science, Engineering and TechnologyMaterials of the II international scientific-practical conference. Intwovolumes. Editorby S. Midelski. – Измир, 2017. - С. 175-181.
https://elibrary.ru/item.asp?id=29791518

2. Джусупова, М.А. Композиционные вяжущие с использованием топливных шлаков [Текст] / М.А. Джусупова, **С.Т. Кульшикова** // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Научные исследования в деталях». - Шымкент, 2017. - С. 10-17.
http://www.enu.kz/ru/info/obyavleniya/54972/

3. Джусупова, М.А. Композиционные вяжущие на основе отходов [Текст] / М.А. Джусупова, **С.Т. Кульшикова** // Актуальная наука. – Волгоград, 2017. - №5 (5). - С. 10-15.
https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32595403

4. Джусупова, М.А. Оценка влияния золошлаковой смеси на основные свойства композиционного вяжущего [Текст] / М.А. Джусупова, **С.Т. Кульшикова** // Электронный периодический рецензируемый журнал «SCI-ARTICLE.RU». – Волгоград, 2018. - №56. - С. 25-29.
https://sci-article.ru/stat.php?i=1521796017

5. **Кульшикова, С.Т.** Оптимизация рецептурно-технологических факторов вяжущего с использованием золы гидроудаления Бишкекской ТЭС Республики Кыргыстан [Текст] / С.Т. Кульшикова // Актуальные вопросы науки. – Москва, 2018. - №41. - С. 188-193.
https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36380147

6. **Кульшикова, С.Т.** Композиционные вяжущие с использованием золошлаковых отходов [Текст] / С.Т. Кульшикова, А.Ф. Кудашева // Актуальная наука. - Волгоград, 2018. - №9 (14). - С. 9-14.
https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36349993

7. Джусупова, М.А. Получение мелкозернистого бетона с использованием золы гидроудаления [Текст] / М.А. Джусупова, **С.Т. Кульшикова** // Вестник КГУСТА. – Бишкек, 2018. - №4(62). – С. 99-103.
https://www.elibrary.ru/query_results.asp

8. **Кульшикова, С.Т.** Особенности гидратации золоцементных веществ [Текст] / С.Т. Кульшикова // Сборник материалов Совместной Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития строительных конструкций: инновации, модернизация и энергоэффективности в строительстве». – Алматы, 2018. – С. 189-193.

9. Джусупова, М.А. Мелкозернистые бетоны с использованием отходов сжигания угля [Текст] / М.А. Джусупова, **С.Т. Кульшикова //** Известия ВУЗов Кыргызстана. – Бишкек, 2018. - №6. - С. 17-21.
https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37136354

10. **Кульшикова, С.Т.** Эффективное использование топливных шлаков ТЭС в мелкозернистых бетонах [Текст] / С.Т. Кульшикова // Colloguium-journal. – Варшава, 2019. - №2 (26). - С.33-35.
https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36850752

11. Джусупова, М.А. Мелкозернистые бетоны на вяжущих и заполнителях из золошлаковых отходов [Текст] / М.А. Джусупова, **С.Т. Кульшикова //** Вестник КГУСТА. - Бишкек, 2019. - №1 (63). - С. 150-155.
https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41132115 **IF:0,161**

12. Джусупова, М.А. Мелкозернистые бетоны на композиционных вяжущих и заполнителях из золо-шлаковых отходов теплоэнергетики [Текст] / М.А. Джусупова, **С.Т. Кульшикова**, А.Ф. Кудашева // Materials of the IV International Scientific-Practical Cjnferenca. - Istanbul, 2019. - С. 302-307.
https://www.regionacadem.org/index.php?limitstart=46&lang=ru

13. Использование отходов теплоэнергетики Кыргызстана в композиционных вяжущих веществах [Текст] / [Б.Т. Ассакунова, М.А. Джусупова, Г.Р. Байменова, **С.Т. Кульшикова**] // ИЗВЕСТИЯ Национальной академии наук Республики Казахстан. - Алматы, 2019. - 3(435). - С. 67-72.
http://www.geolog-technical.kz/images/pdf/g20193/67-72.pdf

14. Джусупова, М.А. Оценка эффективности утилизации топливных отходов в производстве композиционных вяжущих веществ [Текст] / М.А. Джусупова, **С.Т. Кульшикова,** А.Ф. Кудашева // «Membership in the WTO: Prospects of Scientific Researches and International Technology Market» Materials of the IV International Scientific-Practical Conference. - Vancouver, 2019. - С. 396-402.
https://drive.google.com/file/d/1MqVSAMsuqUArKcmk68befA8oweiF0HRG/view

15. Джусупова, М.А. Облегченные мелкозернистые бетоны из топливных отходов Бишкекской ТЭЦ [Текст] / М.А. Джусупова, **С.Т. Кульшикова** // Материалы международного семинара, посвященное 85-летию В.А. Вознесенского «Моделирование и оптимизация строительных композитов». – Одесса, 2019. - С. 40-45.

16. Джусупова, М.А. К вопросу об эффективности использования золошлаковых отходов в цементные вяжущие вещества и бетоны [Текст] / М.А. Джусупова, **С.Т. Кульшикова** // Сборник материалов XXII Международных Байконуровких чтений. - Кемерово, 2022. - С. 15-20.
https://drive.google.com/file/d/1p7ne7Jh1F_9JM6VSbHnlqqw_x_tqs0xP/view

17. **Кульшикова, С.Т.** Исследование свойств заполнителя из топливных шлаков [Текст] / С.Т. Кульшикова, А.Ф. Кудашева // Труды университета. - Караганды, 2023. - №4(93). - С. 215-220.
https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59850510

18. Байменова, Г.Р. Малоэнергоемкие стеновые материалы на основе композиционного вяжущего [Текст] / Г.Р. Байменова, **С.Т. Кульшикова** // Наука и техника Казахстана. – Павлодар, 2023. - №2. – С. 147-154.
https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54122533 **IF:0,209**

19. Применение топливных отходов в цементных вяжущих веществах [Текст] / [М.А. Джусупова, Г.Р. Байменова, **С.Т. Кульшикова** и др.] // The Europe and the Turkic World: Science, Engineering and Technology Materials of the IX international scientific-practical conference. - Адана, 2024. - С. 18-25.
https://drive.google.com/file/d/1fa2DGTebD80Hx0C2va9XWlf673Nf8iYM/view

20. Utilisation of industrial waste in heat and power industry [Текст] / М.А. Джусупова, **С.Т. Кульшикова**, А. Талантбек кызы и др. // MACHINERY&ENERGETICS. - Vol. 15. - No. 2. 2024. - Pages 57-68.
https://technicalscience.com.ua/en/journals/t-15-2-2024/vikoristannya-tyekhnogyennikh-vidkhodiv-u-tyeployenyergyetichniy-promislovosti

05.23.05 - курулуш материалдары жана буюмдары адистиги боюнча техника илимдеринин кандидаты илимий даражасын алуу үчүн «Күл-шлак калдыктарын пайдалануу менен алынган майда дандуу бетондордун жана композициялык чапташтыруучу заттардын рецептурасын жана касиеттерин оптималдаштыруу» темасындагы Сауле Тюякбайевна Кульшикованын диссертациялык эмгегине

КОРУТУНДУ

Түйүндүү сөздөр: цемент, композит чапташтыргыч зат, үлүштүк тегиздик, гидратация, пуццолан (чаңдык) касиеттери, гидравликалык күл чыгаруу, күл шлак аралашмасы, от жаккандан калган күл калдыгы, гидравликалык активдүүлүк, майда бүртүк бетон.

Изилдөөнүн объектиси: композит чапташтыргыч заттар жана майда бүртүк бетон.

Изилдөөнүн предмети: портландцемент, гидравликалык күл чыгаруу, күл шлак аралашмасы жана от жаккандан калган күл калдыгы.

Изилдөөнүн максаты: күл-шлак калдыктарын пайдалануу менен композит чапташтыргыч заттарын жана майда бүртүк бетондорду алуунун технологиясын жана курамын иштеп чыгуу.

Изилдөөнүн методдору: физикалык-химиялык изилдөөлөрдө электрондук микроскопияны, анализдөөнүн рентген фазалык жана дифференциялык-термикалык ыкмалары колдонулду. Отко какталбаган гипс чапташтыргыч менен майда бүртүктүү бетонду (МЗБ–МББ) эксперименттик изилдөө эксперименттик-статикалык моделдөө ыкмасы менен жүргүзүлдү.

Алынган натыйжалар жана алардын жаңылыгы: композит чапташтыргыч заттардын структуралык пайда болуу процессине таасирин тийгизген күл-шлак калдыктары тандоо жана сактоо ыкмаларынан көз карандысыз алардын химиялык курамынын бирдей маанилүүлүгү жана фазалык курамынын айырмаланышы аныкталды; негизги физико-механикалык касиеттерге киргизүү ыкмалары, активдештирүү убактысы, күл-шлак калдыктарынын түрү жана саны таасир этээри аныкталды; эксперименттик-статистикалык ыкма менен анализ жүргүзүлүп, композит чапташтыргыч заттын негизги касиеттерине активдешүү мөөнөтү менен толтургуч чаң сымал күлдүн пайыздык үлүшүнүн өз ара байланышы таасир этери аныкталды; композит чапташтыргыч затка портландцементти кошуунун натыйжалуулугу күл-шлак калдыктары менен толтурууга жана анын катуу (твердения) шарттарына көз карандылыгы аныкталды; ар түрдүү активдүүлүктөгү жана толтуруу түрүндөгү композит чапташтыргыч заттарынын негизиндеги бетон үчүн от жаккандан калган күл калдыгынан майда толтургучтардын оптималдуу курамы аныкталды; гидравликалык күл чыгаруу жана күл шлак аралашмасы менен толукталган композит чапташтыргыч заттардын негизги касиеттеринин эксперименттик-статистикалык модели алынды; В7,5 - В20,5 классындагы жеңилдетилген майда бүртүктүү бетондун оптималдуу курамы аныкталды. Бул курамга композит цемент чапташтыргыч заттар менен күл-шлак аралашмасынан турган толтургучтар кирди.

Колдонуу даражасы: «Кум-Шагыл» жабык акционердик коомдо бул эмгектерди далилдеген актылар киргизилди. Өндүрүштүк шартта таш көмүрдүн борпоң күлү менен күл шлак аралашмасынан жасалган композит чапташтыргычтын тажрыйбалык партиясы чыгарылды.

Колдонуу тармагы: Курулуш индустриясы.

РЕЗЮМЕ

диссертации Кульшиковой Сауле Тюякбайевны на тему: «Оптимизация рецептуры и свойств композиционных вяжущих веществ и мелкозернистых бетонов с использованием золошлаковых отходов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 - строительные материалы и изделия

Ключевые слова: цемент, композиционное вяжущее вещество, удельная поверхность, гидратация, пуццолановые свойства, зола гидроудаления, золошлаковая смесь, топливный шлак, гидравлическая активность, мелкозернистый бетон.

Объекты исследования: композиционные вяжущие вещества и мелкозернистый бетон.

Предметы исследования: портландцемент, зола гидроудаления, золошлаковая смесь и топливный шлак.

Цель работы: разработка составов и технологии получения композиционных вяжущих веществ и мелкозернистых бетонов с использованием золошлаковых отходов.

Методы исследования: физико-химические исследования проводились с использованием электронной микроскопии, рентгенофазового и дифференциально-термического методов анализа. Экспериментальные исследования композиционных вяжущих и мелкозернистых бетонов проводились методом экспериментально-статистического моделирования.

Полученные результаты и их новизна:

- выявлено, что независимо от метода отбора и хранения ЗШО они имеют равнозначный химический состав и отличаются фазовым составом, влияющий соответственно на процессы структурообразования КВВ;
- выявлено влияние способа введения, времени активации, вида и количество ЗШО на основные физико-механические свойства;
- экспериментально-статистическим методом проведен анализ и установлена взаимосвязь между временем активации и процентным содержанием наполнителя из золы ГУ или ЗШС на основные свойства КВВ;
- установлена зависимость эффективности использования портландцемента в КВВ от наполнения из ЗШО и условий твердения;
- определен оптимальный состав мелкого заполнителя из топливного шлака для бетонов на КВВ разной активности и вида наполнителя;
- получены экспериментально-статистические модели основных свойств КВВ с наполнителями из золы ГУ и ЗШС;
- разработаны оптимальные составы облегченного МЗБ классов В7,5 - В20,5 на композиционных цементных вяжущих веществах и заполнителях из ЗШО.

Степень использования. Имеются акты внедрения в ЗАО «Кум-Шагыл». В производственных условиях выпущена опытная партия композиционных вяжущих из золы гидроудаления и золошлаковой смеси, которая использовалась при выпуске мелкозернистого бетона и стеновых блоков из него.

Область применения. Строительная индустрия.

SUMMARY

of the thesis of **Kulshikova Saule Tuyakbayevna** on the theme: **«Optimization of the composition and properties of composite binders and fine-grained concrete using ash and slag waste»** for **Candidate of Technical Sciences** degree by specialty **05.23.05 – Construction material and products**

Key words: cement, composite binder, specific surface area, hydration, pozzolanic properties, wet ash discharge, ash-slag blender, furnace cinder, hydraulic activity, fine-grained concrete.

Research object: composite binders and fine-grained concrete

Research subject: Portland-cement, wet ash discharge, ash-slag blender and furnace cinder

The research purpose: development of compositions and technologies for obtaining composite binders and fine-grained concrete using ash and slag waste.

Research methods: Physicochemical studies were carried out using electron microscopy, X-ray phase and differential thermal analysis methods. Experimental studies of composite binders and fine-grained concrete were carried out using the method of experimental-statistical modeling.

Obtained research results and their novelty:

- It was revealed that regardless of the selection method and ASW storage, they have an equivalent chemical composition and differ in phase composition, which accordingly affects the processes of structure formation of CB;
- The influence of the method of addition, activation time, type and amount of ASW on the main physical and mechanical properties was revealed;
- An experimental statistical method was used to analyze and establish the relationship between the activation time and the percentage content of filler from wet ash discharge or ash-slag waste on the main properties of CB;
- The dependence of the efficiency of using Portland cement in CB on the filling from ASW and the curing conditions was established;
- The optimal composition of fine aggregate from furnace cinder for concretes on CB of different activity and type of filler was determined;
- experimental statistical models of the main properties of CB with fillers from wet ash discharge and ash-slag waste were obtained;
- Optimal compositions of lightweight fine-grained concrete of classes B7.5 - B20.5 have been developed based on composite cement binders and fillers from ash-slag waste.

Degree of application. There are acts of implementation in Kum-Shagyl CJSC. In production conditions, a pilot batch of composite binders from hydraulic ash discharge and ash-slag mixture was produced, which was used in the production of fine-grained concrete and wall blocks from it.

Field of application. Construction industry.

Кульшикова Сауле Тюякбайевна

КҮЛ-ШЛАК КАЛДЫКТАРЫН ПАЙДАЛАНУУ МЕНЕН АЛЫНГАН МАЙДА ДАНДУУ БЕТОНДОРДУН ЖАНА КОМПОЗИЦИЯЛЫК ЧАПТАШТЫРУУЧУ ЗАТТАРДЫН РЕЦЕПТУРАСЫН ЖАНА КАСИЕТТЕРИН ОПТИМАЛДАШТЫРУУ

05.23.05 - курулуш материалдары жана буюмдары адистиги

техникалык илимдердин кандидаты
окумуштуулук даражасына изденүүгө
багытталган диссертациянын
АВТОРЕФЕРАТЫ

Кыргызчага которгон:
Редактор: А.Б.Аманкулова

Басып чыгарууга кол коюлду 24.01.2025-ж.
Форматы 60x84 1/16. Көлөмү 1,25 эсеп-басма табак.
Офсеттүү басма. Офсеттүү кагаз
Нускасы 100 даана. Буйрутма 129

720020, Бишкек ш., Малдыбаев көч., 34, б
И. Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университети