

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH  
TEXNOLOGIYALARI ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI HUZURIDAGI  
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI PHD.18/30.11.2022.T.153.01 RAQAMLI  
ILMIY KENGASH**

---

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH  
TEXNOLOGIYALARI ILMIY-TADQIQOT INSTITUTI**

**YULDASHEV FARXOD TALAZOVICH**

**TEXNOGEN CHIQINDILARDAN SEMENTGA FAOL MINERAL  
QO‘SHIMCHA VA UNI TAYYORLASH USULI**

**11.00.05 - Atrof-muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish**

**Texnika fanlari falsafa doktori (PhD) ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiyasiz ixtiro  
patenti asosida himoya bo‘yicha**

**TAQDIMNOMA**

**TOSHKENT – 2024 y**

**Falsafa doktori (Phd) ilmiy darajasini olish bo'yicha dissertatsiyasiz ixtiro  
patenti asosida himoya taqdimoti**

**Представление по присвоению научной степени доктора философии  
(PhD) по техническим наукам на основе защиты патента изобретения без  
диссертации**

**Presentation on awarding of the Doctor of Philosophy (PhD) scientific degree  
in technical sciences based on the patent of the invention without dissertation**

**Yuldashev Farxod Talazovich**

Texnogen chiqindilardan sementga faol mineral qo'shimcha va uni  
tayyorlash usuli..... 3

**Юлдашев Фарход Талазович**

Активная минеральная добавка к цементу из техногенных отходов и  
способ ее получения..... 19

**Yuldashev Farkhod Talazovich**

An active mineral additive to cement from man-made waste and a method for  
its production..... 37

**E'lon qilingan ishlar ro'uxati**

Список опубликованных работ

List of published works ..... 42

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH  
TEXNOLOGIYALARI ILMiy-TADQIQOT INSTITUTI HUZURIDAGI  
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI PhD.18/30.11.2022.T.153.01 RAQAMLI  
ILMIY KENGASH**

---

**ATROF-MUHIT VA TABIATNI MUHOFAZA QILISH  
TEXNOLOGIYALARI ILMiy-TADQIQOT INSTITUTI**

**YULDASHEV FARXOD TALAZOVICH**

**TEXNOGEN CHIQINDILARDAN SEMENTGA FAOL MINERAL  
QO'SHIMCHA VA UNI TAYYORLASH USULI**

**11.00.05 - Atrof-muhitni muhofaza qilish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish**

**Texnika fanlari falsafa doktori (PhD) ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiyasiz ixtiro  
patenti asosida himoya bo'yicha**

**TAQDIMNOMA**

**TOSHKENT – 2024 y**

**Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vaziri huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida №B2023.4.PhD/Gr297 raqam bilan ro'yhatga olingan.**

Ilmiy tadqiqot ishi Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) veb sahifada ([www.ecoiln.uz](http://www.ecoiln.uz)) manzili bo'yicha va «ZiyoNet» Axborot ta'lim portalida ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Aminov Xamza Xusanovich**

texnika fanlari falsafa doktori, professor

Ilmiy tadqiqot ishi taqdimnomasi himoyasi Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti huzuridagi ilmiy daraja beruvchi PhD.18/30.11.2022.T.153.01 raqamli Ilmiy Kengashning 2024 yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ da soat \_\_\_\_\_ da majlisida bo'lib o'tadi. Manzil: 100043, Toshkent sh., Chilonzor tumani, Bunyodkor shoh ko'chasi, 7a uy. (tel: (71) 277-69-83; faks: (71) 277-89-22; e-mail: [eco\\_nii@uznature.uz](mailto:eco_nii@uznature.uz)).

Ilmiy tadqiqot ishi taqdimnomasi himoyasi bilan Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (№ \_\_ raqami bilan ro'yhatga olingan). Manzil: 100043, Toshkent sh., Chilonzor tumani, Bunyodkor shoh ko'chasi, 7a uy. (tel: (71) 277-69-83; faks: (71) 277-89-22; e-mail: [ecoilm@umail.uz](mailto:ecoilm@umail.uz)).

Taqdimnoma 2024 yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ kuni tarqatildi.

(2024 yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ dagi \_\_\_\_\_ raqamli resstr bayonnomasi).

**B.A.Pulatov**

Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash raisi, t.f.d., dotsent

**L.N.Samiyev**

Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengashi kotibi, t.f.d., dotsent

## KIRISH (taqdimnoma annotatsiyasi)

**Ilmiy tadqiqot ishining dolzarbligi va zarurati.** Jahonda sanoat chiqindilari muammosi eng jiddiy ekologik muammolardan biri hisoblanadi. Mavjud chiqindilarning 96-98 % sanoat chiqindilariga to‘g‘ri kelib, ularni qayta ishlash va utilizatsiya qilish bo‘yicha energiya-resurstejamkor ekologik toza texnologiyalarini qo‘llash yetakchi o‘rinlardan birini egallamoqda. Dunyo miqyosida sanoat chiqindilarini qayta ishlash va ularni utilizatsiya qilish texnologiyalarini ishlab chiqishda ekologik nuqtai nazardan samarali texnologiyalarni amaliyotga joriy etishni taqozo etadi. Jarayonning ekologik jihatdan samarador bo‘lishida sanoat chiqindilarini qayta ishlash va tozalash uchun ish samaradorligi yuqori hamda energiya-resurstejamkor texnologiyalardan foydalanish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Jahonda sanoat chiqindilarining ortib borishi natijasida korxonalar hududlari va yaqin-atrofdagi joylashgan aholi punktlari ifloslanish darajasini aniqlash, chiqindilarni qayta ishlash jarayonida ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarish, sanoat chiqindilarini boshqa turdagi mahsulotga aylantirishda atrof-muhitga ta‘sirini kamaytirish uchun resurstejamkor texnologiyalar va texnika vositalarining yangi ilmiy-texnikaviy yechimlarini ishlab chiqishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqotlar olib borilmoqda. Bu borada, sanoat chiqindilarini utilizatsiya qilish orqali turli faol mineral qo‘shimchalar olish texnologiyasining optimal parametrlari asoslash, sanoat chiqindilaridan foydalangan holda qurilish materiallarini ishlab chiqarish texnologiyalarini yaratish hamda jarayonning texnologik parametrlari ekologik talablarga javob berishiga alohida e‘tibor berilmoqda.

Respublikamizda hosil bo‘layotgan chiqindilarni to‘plash va olib chiqish xizmatlari sifatini yaxshilash borasida chiqindilarni poligonlarga yo‘naltirmasdan, maksimal darajada qayta ishlash va utilizatsiya qilish, ularni yangi turdagi mahsulotga aylantirish texnologiyalarini ishlab chiqish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilib, muayyan natijalarga erishilmoqda. O‘zbekiston-2030 strategiyasida, jumladan, «... hosil bo‘layotgan chiqindilarni poligonlarga yo‘naltirmasdan, maksimal darajada qayta ishlash va qayta ishlash imkoni bo‘lmagan chiqindilarini kuydirishni yo‘lga qo‘yish...»<sup>1</sup> bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarini amalga oshirishda, jumladan, chiqindilarni qayta ishlashda ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish nuqtai nazardan yondashish hamda utilizatsiya qilishda zamonaviy texnologiyalarni yaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 4-yanvardagi «Chiqindilarni boshqarish tizimini takomillashtirish va ularning ekologik vaziyatga salbiy ta‘sirini kamaytirish bo‘yicha chora-tadbirlar to‘g‘risida»gi PF-5-son Farmoni va 2019-yil 17-apreldagi «2019—2028-yillar davrida O‘zbekiston Respublikasida qattiq maishiy chiqindilar bilan bog‘liq ishlarni amalga oshirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida» PQ-4291-son, 2020-yil 19-sentyabrdagi

---

<sup>1</sup> O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi PQ-300-son\_ “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risida» gi Farmoni

«Maishiy va qurilish chiqindilari bilan bog‘liq ishlarni boshqarish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida» PQ-4845-son, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 4-oktyabrdagi “2019—2030 yillar davrida O‘zbekiston Respublikasining «yashil» iqtisodiyotga o‘tish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi PQ-4477-sonli qarorlari hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot ishi bo‘yicha tadqiqotlar fan va texnologiyalar rivojlanishining V. «Qishloq xo‘jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhit muhofazasi» ustuvor yo‘nalishiga doirasida bajarilgan.

**Muammoning o‘rganilganlik darajasi.** Sanoat chiqindilarini qayta ishlash, utilizatsiya qilish, mavjud texnologiyalarni takomillashtirish va ularni joriy etish bo‘yicha Respublikamizda va rivojlangan mamlakatlarda M.N.Nabiyev, K.S.Axmedov, S.Tuxtayev, Sh.S.Namozov, Z.Pulatov, M.Iskandarova, V.P.Guro, Gordon, V.M.Ramm, G.M.Aliyev, V.N.Azarov, A.G.Averkin, V.N.Ujov, A.M.Belivitskiy, A.Yu.Valdberg, V.S.Shvidkiy, M.G.Ladgichev, S.B.Stark, D.N.Vatuzov, A.M.Redvan, Yu.V.Startsyeva, O.V.Karpova, Ye.V.Omelchenko, R.A.Astanov kabi olimlar tomonidan keng qamrovli ilmiy tadqiqotlar olib borilgan.

Ekstraktsion fosfor kislotasi ishlab chiqarishda chiqindi sifatida hosil bo‘ladigan fosfogipsni qayta ishlab, ulardan ekologik toza mahsulot olish texnologiyalarini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar T.A.Otaqo‘ziyev, Sh.S.Nomozov, N.Sirojiddinov, P.A.Arifov, M.Iskandarova, A.Erkaxodjayeva, V.V.Okorkov, Yu.G.Mesheryakov, S.V.Fedorov, N.P.Karpenko, D.K.Egemberdiyev, A.S.Seytkaziyev, X.I.Tursunbaev va boshqalar tomonidan o‘rganilgan.

Ammo, sanoat korxonalarida bir necha o‘n millionlab tonna sanoat chiqindilarning yig‘ilib qolishi ularni atrof-muhitga salbiy ta‘siri tobora oshib borishi, mavjud qayta ishlash usullari, ularning texnologik parametrlarini ilmiy asoslash bo‘yicha tadqiqotlar yetarli darajada o‘rganilmagan.

**Tadqiqot mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim muassasasi ilmiy ishlari rejaları bilan bog‘liqligi.** Ilmiy tadqiqot taqdimnomasi Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot institutining “Sanoat chiqindilarini qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish” mavzusidagi ilmiy tadqiqotlar rejasi doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi** atrof-muhitga salbiy ta‘sir ko‘rsatadigan sanoat chiqindilarini (fosfogips, kul-shlaklar) avtoklavda qayta ishlab, sementga faol mineral qo‘shimcha olish texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

**Tadqiqotning vazifalari:**

sanoat chiqindisi bo‘lgan fosfogips, kul va shlaklarni qayta ishlash orqali utilizatsiya qilish usullarini o‘rganish;

sanoat chiqindilaridan foydalangan holda portland sement olish texnologiyalarini ishlab chiqish;

sanoat chiqindilaridan olingan fosfozol faol qo‘shimchasining portland sementning fizik-mexanik, fizik-kimyoviy xususiyatlariga ta‘sirini va me‘yoriy hujjatlar talablarini o‘rganish;

sementning fosfozol bilan qotish jarayonida gidratlanishning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘rgani‘sh va tarkibga bog‘liqlik qonuniyatlarini aniqlash;

"tarkibi - struktura - xossa" tizimida korrelyatsion bog‘liqlik qonuniyatlarini o‘rganish, "maydalangan klinker - fosfozol" ko‘p komponentli sementlarda struktura hosil bo‘lish jarayonlarini o‘rganish;

texnogen chiqindilarni utilizatsiya qilib, sementga faol mineral qo‘shimcha "Fosfozol" olish orqali ekologik vaziyatni yaxshilash.

**Tadqiqot ob‘ekti** sifatida ekstraksiyon fosfor kislota ishlab chiqarish jarayoni chiqindisi – fosfogips, Angren issiqlik stantsiyasi kuli, shlaklar va qo‘shimchali sement olingan.

**Tadqiqot predmeti** sifatida fosfogips, kul va shlaklarni avtoklavda qayta ishlashda sodir bo‘ladigan jarayonlar, qotish vaqtining o‘zgarishi, fosfozol miqdoriga bog‘liqligi, sement hosil bo‘lish jarayonlari va ularning sinovlari, tarkibga bog‘liq o‘zgarish qonuniyatlari o‘rganilgan.

**Tadqiqot usullaridan** kimyoviy, fizik-kimyoviy (termik, IQ-spektroskopiya, fotokolorimetriya, rentgen fazaviy, analitik va boshqa) tadqiqot va tahlil usullaridan foydalanilgan hamda mavjud me‘yoriy hujjatlarda belgilangan usullardan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

sement ishlab chiqarishda texnogen chiqindilardan foydalanib (fosfogips, kul va shlak), yangi turdagi sementga faol mineral qo‘shimcha "Fosfozol" olish texnologiyasi yaratilgan;

sanoat chiqindilarini utilizatsiya qilish orqali faol mineral qo‘shimcha - "Fosfozol" olish texnologiyasining optimal parametrlari aniqlangan va asoslangan;

atrof-muhitni ifloslantiruvchi texnogen chiqindilarni qayta ishlash hisobiga olingan "Fosfozol"ni sementga 20 % qo‘shish orqali 400 markali sement olingan;

texnogen chiqindilardan olingan "Fosfozol"ni sementga qo‘shishda uning miqdoriga qarab, sementning qotish jarayoni vaqtini boshqarish mumkinligi isbotlangan;

texnogen chiqindilar asosidagi qo‘shimchali sementlarning qotishida "tarkib-struktura-xususiyat" korrelyatsion bog‘liqligi aniqlangan.

**Ixtiro ilmiy yangiliklarining katta ahamiyati quyidagilardan iborat:**

ekstraksiyon fosfor kislota ishlab chiqarishda katta miqdorda hosil bo‘ladigan sanoat chiqindisi - fosfogips va Angren IES kul va shlaklari asosida sementga yangi turdagi faol mineral qo‘shimcha "Fosfozol" olish texnologiyasi yaratilgan va ixtiroga O‘zbekiston Respublikasi Intellektual mulk agentligidan patent olingan (№ IAP 05372 26.03.2014);

sement ishlab chiqarish jarayonida klinkerga yaratilgan faol mineral qo‘shimcha - fosfozol 20% qo‘shilganda o‘rnatilgan talablarga javob beradigan 400 markali sement olish texnologiyasi yaratilgan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

Yaratilgan texnologiyaning joriy qilinishi natijasida 350 ming tonnadan ortiq sanoat chiqindilari utilizatsiya qilingan va GOST 10178 va O‘zDst 28-30-2014 standartlariga javob beradigan 3 million tonnadan ortiq qo‘shimchali sement ishlab chiqarilgan hamda iqtisodiy samaradorlik qariyb 350 milliard so‘mni tashkil etgan.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Tadqiqotlar davomida olingan natijalarining nazariy hisob-kitoblarga mos kelishi, tajriba-sanoat sinovidan muvaffaqiyatli o‘tganligi, qo‘shimchali sement ishlab chiqarish korxonalarida qo‘llanilishi natijasida katta iqtisodiy samaradorlikka erishilganligi va amaliyotga joriy etilganligi bilan asoslanadi.

**Tadqiqotning ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati fosfozol va Angren kulidan ma‘lum nisbatlarida tayyorlangan shixta avtoklavda 300°C gacha haroratda qayta ishlanib, qo‘shimchali sement ishlab chiqarish uchun faol mineral qo‘shimcha olingan. Jarayonning optimal parametrlari va komponentlarning nisbatlari aniqlanib, olingan mahsulotni sement ishlab chiqarishda faol mineral qo‘shimcha sifatida qo‘llanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati fosfogips, issiqlik elektr stantsiyalarida hosil bo‘ladigan kul kabi katta miqdorda yig‘ilib qolgan sanoat chiqindilari asosida faol mineral qo‘shimcha olish texnologiyasi yaratilgan va boradigan jarayonlar ilmiy asoslangan. Yaratilgan texnologiya bo‘yicha 350 ming tonnadan ortiq sanoat chiqindilarini utilizatsiya qilish orqali ular egallab turgan hudud chiqindilardan tozalanganligi va mazkur hududda ekologik holat birmuncha yaxshilanganligi bilan izohlanadi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** Ilmiy tadqiqot ishi natijalari bo‘yicha ishlab chiqilgan va № IAP 05372 ixtiro patenti bilan himoyalangan texnologiya “ELEMENTAL” MCHJ, Ohangaron tumanida joylashgan “AXANGARANSEMENT” AJ da joriy etilgan (O‘zbekiston Respublikasi ekologiya, atrof muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligining 2024-yil 17-maydagi 03-03/3-4826-son ma‘lumotnomasi). Natijada mazkur tashkilotlarda texnogen chiqindilardan foydalanib, yaratilgan texnologiya bo‘yicha 3 million tonnadan ortiq qo‘shimchali sement ishlab chiqarilgan. Taklif etilayotgan texnologiya qo‘llanilganda 1 tonna sement ishlab chiqarish jarayonida atmosferaga CO<sub>2</sub> gazlarning chiqishi 30-35 % ga kamaytirilgan. Joriy etilgan tashkilotda katta miqdorda energiya tejalishi hisobiga korxonaning yangi texnologiyani joriy etishdan iqtisodiy samaradorligi qariyb 350 milliard so‘mni tashkil etgan. Mazkur texnologiyani joriy qilish natijasida sement ishlab chiqarish sanoatida yiliga ishlatiladigan 2 mln. tonna gipsni tejashga va ochiq usulda kovlab olinadigan gips karyerlaridan atrof-muhitga salbiy ta’sirlarni ma‘lum miqdorda kamaytirish imkoniyati yaratilgan. Ijtimoiy samaradorlik sanoat chiqindilarning utilizatsiya qilinishi, atmosferaga tashlanayotgan gaz tashlamalari miqdorining kamaytirilishiga hamda aholining yashash va ishlash sharoiti yaxshilanishiga imkon yaratilgan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Tadqiqot natijalari 2 ta xalqaro va 4 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o‘tkazilgan. Yaratilgan va №IAP 06715 ixtiro patenti bilan himoya qilingan texnologiya 2022-yilda eng yaxshi

intelektual mulk ob'ektlari uchun "Best IP 2022" tanlovida ishtirok etgan. Ilmiy-tadqiqot ishining asosiy natijalari Atrof-muhit va tabiatni muhofaza qilish texnologiyalari ilmiy-tadqiqot instituti Ilmiy Kengashi yig'ilishida muhokama qilingan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi.** Tadqiqot mavzusi bo'yicha jami 14 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan Oliy attestatsiya komissiyasining doktorlik dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 9 ta maqola, jumladan 3 tasi xorijiy va 4 tasi respublika ilmiy jurnallarida, 2 ta Scopus bazasida indekslanuvchi jurnalda nashr etilgan. Mavzu bo'yicha Intelektual mulk agentligining 2 ta ixtiro patenti ("Sementga faol mineral qo'shimcha olish va uni tayyorlash usuli" № IAP 05372 01.09.2014 y., "Сыревая смесь и способ приготовления активной минеральной добавки к цементу" RF№2756639) olingan.

## **IXTIRO VA ILMİY TADQIQOT IShINING ASOSIY MAZMUNI**

### **Sementga faol mineral qo'shimcha olish va uni tayyorlash usuli**

**Foydalanish sohasi:** Sement ishlab chiqarish korxonalari.

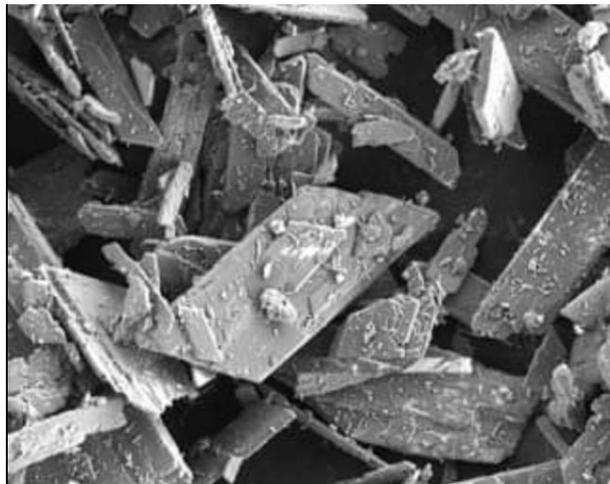
**Vazifasi:** Sement ishlab chiqarish jarayonida energiya resurslarini tejash uchun 20% gacha qo'shiladigan va o'rnatilgan Davlat standartlari talablarga javob beradigan 400 markali qo'shimchali sement olish uchun faol mineral qo'shimcha.

**Ilmiy tadqiqot ishini o'rganilganlik darajasi.** Texnogen chiqindilarni utillizatsiya qilish bilan atrof-muhit holatini yaxshilash, shuningdek ishlab chiqarilayotgan sement tannarxini pasaytirish asosiy maqsad hisoblanadi. Mamlakatda sanoat chiqindilari ishlab chiqarish hajmlarining o'sishiga nisbatan ko'p chiqishi va to'planishi eng muhim iqtisodiy muammolar qatoriga kiradi. Portlandsement ishlab chiqarishda «Fosfozol»ni joriy qilish uni ishlab chiqarishni arzonlashtirishga yordam beradi, shuningdek korxonalarining chiqindi saqlash joylarida to'planib qolgan chiqindini qayta ishlash muammosini samarali hal qilishga ko'maklashadi.

Xorij olimlari tomonidan o'tkazilgan tadqiqotlar bilan har yili besh milliard tonnadan ortiq chiqindi hosil bo'lishi, uning 99 % ga yaqinini ishlab chiqarish yoki texnogen chiqindilar tashkil etishi isbotlangan. Chiqindilar umumiy miqdoridan kamida 1% ni qishloq va o'rmon xo'jaligi (46 million tonna), kimyo sanoati (15 million tonna), nometall mineral mahsulotlar ishlab chiqarish (13 million tonna), issiqlik energetikasi (20 million tonna) hosil qiladi. Kimyoviy o'g'itlarning bir tonnasini ishlab chiqarishda sulfat kislota bilan ishlov berish usulida apatitlar va fosforitlardan fosfor kislota ishlab chiqarishning qo'shimcha mahsuloti hisoblanadigan besh tonna chiqindi fosfogips hosil bo'ladi.

Ko'p tonnali texnogen chiqindini utilizatsiya qilish ekologik va iqtisodiy muammolarining eng yaxshi yechimi fosfogips va kul-shlakli chiqindi (KShCh)lardan sement ishlab chiqarishda xom ashyo sifatida foydalanishda sementga faol mineral qo'shimcha «Fosfozol» olish misolida ko'rsatilgan. Xususan portlandsement olish uchun klinkerni maydalashda «Fosfozol» ni sementda qo'shish hisobiga sementning qotish muddatlarini boshqarish imkoniyatlari tadqiq qilingan.

Texnogen chiqindilardan olingan «Fosfozol» dan foydalanish tabiiy xom ashyoni sezilarli darajada tejashga olib keladi, chunki sement tarkibida «Fosfozol» miqdorini 35% gacha yetkazish imkoniyati mavjud.



**1-rasm. Skanerlovchi elektron mikroskopdan foydalanib suratga olingan  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  shaklidagi fosfogips va hosil bo'lgan fosfogips chiqindilari.**

**Ixtiro mohiyati:** Sement klinkeriga qo'shiladigan faol mineral qo'shimcha olish uchun avval xom ashyo materiallari, yani ekstraksiyon fosfor kislotasi ishlab chiqarish jarayonida katta miqdorda hosil bo'ladigan fosfogips, shuningdek issiqlik elektr stantsiyalarida hosil bo'ladigan kul va shlaklar (zoloshlak) tanlab olindi. Xom ashyo komponentlarini tayyorlashda ularning tarkibida gips hamda qatlamli alyumosilikat minerallari borligi e'tiborga olindi.

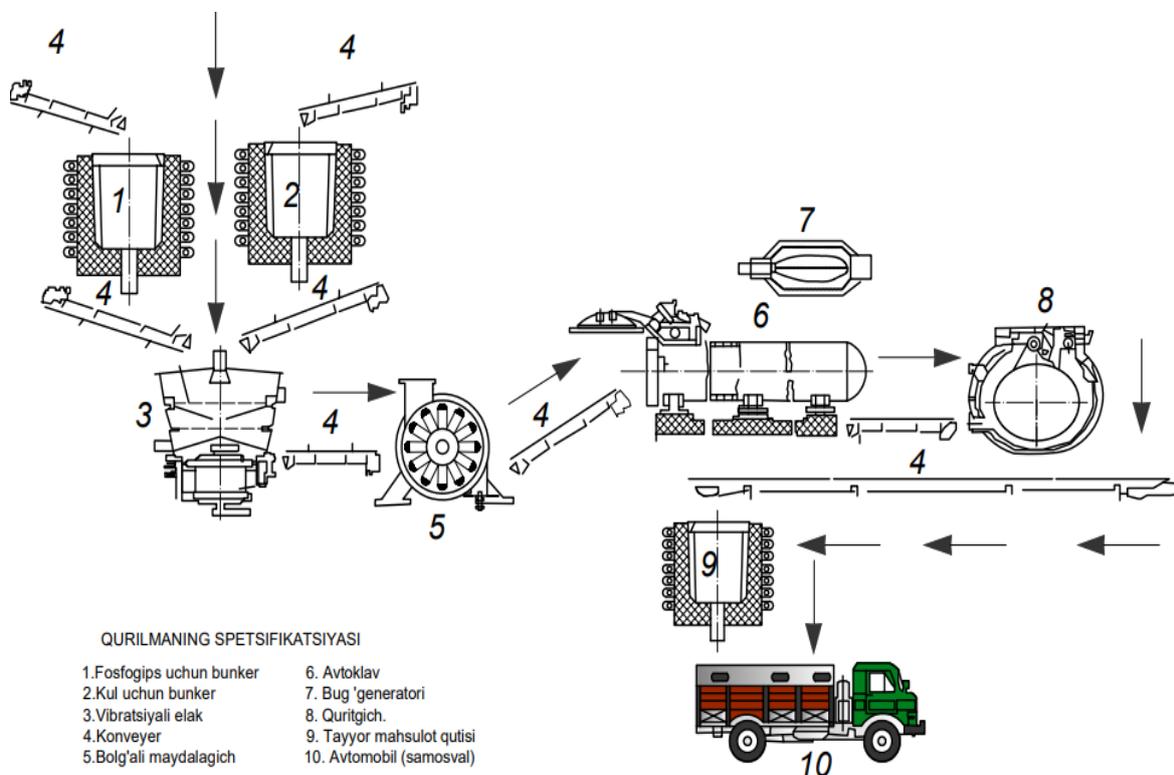
Qo'shimchali sement ishlab chiqarishda energiya resurslari va tabiiy noruda materiallarni tejash uchun maydalash jarayonida klinkerga qo'shiladigan faol mineral "Fosfozol" ishlab chiqarish o'ziga xos murakkab jarayon bo'lib, mazkur tadqiqot davomida fosfozol ishlab chiqarish texnologiyasi yaratilgan va jarayonning barcha optimal parametrlari topilgan.

Jarayonda xom ashyo sifatida ishlatiladigan fosfogips, kul va shlak o'ziga xos bog'lovchi xususiyatlarga ega emas. Jarayon parametrlariga qarab, 150-300°C gacha bo'lgan haroratda maqbul deb topilgan tarkibli shixtaga avtoklavda ishlov berish ularga ho'llanganda qotish, ya'ni putsolan xususiyatlarini beradi, bu esa ulardan sement ishlab chiqarishda faol mineral qo'shimchalar sifatida ishlatilish imkonini beradi.

Shundan kelib chiqqan holda, muallif tomonidan taklif etilayotgan usulda fosfogips issiqlik elektr stantsiyalari kuli va shlaklari aralashmasidan topilgan aniq nisbatlarda shixta tayyorlanib, yuqorida keltirilgan haroratda avtoklavda gidrotermik ishlov berish orqali "Fosfozol" faol mineral qo'shimchasi olingan.

Muallif tomonidan ishlab chiqilgan tabiiy bo'lmagan yangi turdagi faol mineral qo'shimcha Fosfozol ishlab chiqarishning printsiptial texnologik sxemasi 2-rasmda keltirilgan. Jarayonda foydalaniladigan xom ashyo issiqlik elektr stantsiyalarining maydalangan kuli va shlak chiqindilarini hamda fosfogips komponentlarini o'z ichiga oladi. Jarayon xom ashyolar, ya'ni fosfogips alohida, shlak va kul aralashmasini alohida konveyerlar (4) orqali bunkerlarga (1, 2)

yuklanadi. Xom ashyo materiallari vizual nazoratdan o'tkazilib, tarkibida metall, yog'och kabi ifloslantiruvchi qoldiqlar bor yo'qligi aniqlanib, mavjud bo'lgan taqdirda tozalanadi. So'ngra dozator orqali kerakli miqdorda va nisbatda elak orqali qoldiq qo'shimchalardan tozalanib, bolg'ali maydalagichga (3) tushadi. Bolg'ali maydalagichda xom ashyo materiallari diametri 5,0 mm dan katta bo'lmagan darajada maydalanadi, bunda fosfogips, kul va shlak yaxshi aralashadi (2-rasm).



## 2- rasm. "Fosfozol" faol mineral qo'shimchasini ishlab chiqarishning texnologik sxemasi

Kerakli darajagacha maydalangan va gomogen ko'rinishgacha keltirilgan xom ashyo aralashmasi transporter lentasi orqali avtoklavga (6) yuklanadi. Avtoklavda 15-25 daqiqa davomida fosfogips, kul va shlak tarkibidagi suv miqdori gidratlangan suv bilan birga 30 % dan ortmasligi kerak, ushbu xom ashyolar aralashmasi shixta tarkibiga qarab, 150-300<sup>0</sup>C haroratda qayta ishlanadi. Bunda kul va shlaklar tarkibidagi alyuminiy oksidlari 17-18 % bo'lgan kaltsiy miqdori nisbatan kam bo'lgan namunalari ishlatilib, nisbatlari mos ravishda fosfogips:kul+shlak 33,3-66,7 % bo'ladi.

Avtoklavdan chiqqan faol mineral qo'shimcha konveyer (4) orqali quritgich (8) ga yuklanadi va quritilgan mahsulot konveyer orqali tayyor mahsulot bunkeriga yo'naltiriladi.

**Fosfogips, kul va shlak kabi sanoat chiqindilaridan kompleks foydalangan holda "Fosfozol" faol mineral qo'shimcha olish taexnologiyasini ishlab chiqish.**

Kompozit qo'shimchali portlandsementi (PTS-KD20) sement zavodlarida "Kompozitsion qo'shimchali portlandsement" davlat standartiga muvofiq ishlab

chiqariladi. Ushbu turdagi sement Portland sement klinkerini, gips toshini va tabiiy va sun'iy qo'shimchalardan kompozitsiyalar (kvars, dala shpati, gliej, vulqon jinslari, issiqlik elektrostantsiyalari kuli va shlaklari, keramika chiqindilari, asbest-sement chiqindilari) birgalikda maydalash orqali ishlab chiqariladi. Me'yoriy hujjatlarga ko'ra, har qanday tarkibda sementga kiritilgan qo'shimchalarning umumiy miqdori 20 % dan oshmasligi kerak.

Xom ashyo komponentlari oldindan begona qo'shimchalar va ifloslantiruvchi aralashmalar: shag'al, kesaklar, yog'och mavjudligiga tekshiriladi. Tegishlixa saralanadi, so'ngra ular 5,0 mm o'lchamigacha maydalanadi. Maydalangan kul shlagi va fosfogips hajmi olti kub metr bo'lgan ikkita bunkerga alohida-alohida yuklanadi, komponentlarning jami hisobli namligi aniqlanadi, u 26% ni tashkil etadi va komponentlarning jami hisobli kislotaligi (pH) aniqlanadi, u 7,0 ni tashkil etadi. So'ngra quruq moddaga qayta hisoblangan KShCh ning 66,7% nisbatdagi va fosfogipsning 33,3% miqdordagi hisobli miqdori transporter lentarlari bo'ylab ishchi hajmi olti kub metrli sanoat tipidagi avtoklavga yo'naltiradi. Xom ashyoning uzatilishi tarozi datchiklari vositasida, bug' va suv uzatilishi esa datchiklar vositasida hajmi bo'yicha boshqariladi.

Aralashmadagi gidrant suvning umumiy miqdori uzatilayotgan xom ashyoning namligini hisobga olgan holda 30% dan oshmasligi kerak, ya'ni qo'shilayotgan suv miqdori aralashma massasining 4% ni tashkil etadi. Avtoklavda aralashmaga doimiy aralashtirib turgan holda va muayyan haroratda 32 daqiqa mobaynida ishlov beriladi.

Olingan tayyor qo'shimcha 30–60 daqiqa sovitiladi va polietilen qoplarga 50 kilogrammdan qoplanadi. Avtoklavda to'yingan bug' va yuqori harorat muhitida termik ishlov berish jarayonida «fosfogips + kul shlagi + suv» tizimida kimyoviy o'zaro ta'sir jarayoni o'tadi, eruvchan fosfat ionlari kul shlagi tarkibidagi kremnezem zarrachalari yuzasiga mustahkam singadi, bu bilan fosfogipsdagi kislotaga qoldiqlarini neytrallaydi. Fosfogips portlandsement ishlab chiqarishda uning qotish muddatlarini boshqaruvchi sifatida foydalaniladigan tabiiy gips tosh kabi tarkibga ega

Muallif tomonidan portlandsementga energetik mineral qo'shimcha sifatida "kul-shlak (zoloshlak) + fosfogips" aralashmasidan faol mineral qo'shimcha sifatida kompleks foydalanish bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda avvalo xom ashyo materiallarining tarkiblari o'rganildi (1-jadval).

**1-jadval**

**"Zoloshlak + fosfogips" tarkibidagi minerallar miqdori**

Komponentlar nomi	Oksidlarning global ulushining tarkibi, %							
	PPP	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Kul va shlak	7.98	54.83	21.35	3.19	5.73	1.31	0,57	0,51
								0,13*
Fosfogips	19.62	3.05	0,75	0,79	29.45	0,26	43.23	2,42*
<i>*Suvda eruvchan fosfatlarning guruh ulushi P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> bo'yicha, % ko'rsatilgan</i>								

Olingan ma'lumotlarga muvofiq fosfogips va tabiiy gips toshda ikkisuvli gips miqdori ( $\text{SaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O} = 2,15 \text{ SO}_3$ ) fosfogipsda - 78,07%, gips toshda esa - 85,46% ni tashkil etadi. Demak, ikkisuvli gipsga qayta hisoblaganda gips va gips angidritning umumiy miqdori bo'yicha fosfogips, xuddi gips tosh kabi, uchinchi navga kiritilishi va u sementning qotish muddatlarini boshqaruvchi sifatida qo'llanilishi mumkin.

Muammo shundaki, fosfogips odatda barqaror kimyoviy tarkibga ega emas, uning tarkibida 25% gacha nam bo'ladi va u fosfor hamda ftorovodorod kislotalari aralashmalari bilan ifloslangan bo'ladi. Tarkibining barqaror emasligi fosfogipsning uzoq vaqtgacha chiqindi ag'darish joylarida bo'lishi bilan bartaraf etiladi, chunki tarkibi atmosfera hodisalarining ta'siri ostida barqarorlashadi.

Bu komponentlar tarkibidan ham ma'lumki, ular bog'lovchi xususiyatlariga ega emas, lekin ma'lum sharoitlarda qayta ishlab, ularga putsolan (namlikda qotish) xususiyatlarini berish mumkin. 1-jadvaldan fosfogips tarkibida 43,22 %  $\text{SO}_3$  bo'lib, 2 suvli gipsga hisob-kitob qilinganda 92,92 % ni tashkil qiladi. Fosfogipsda ham shuningdek, 2,42 % suvda eruvchan fosfatlar va kam miqdorda kremniy, alyuminiy va temir oksidlari uchraydi.

Kompozitsion qo'shimchalar tayyorlashda  $\text{SO}_3$  miqdori har bir komponent uchun aniqlandi, so'ngra "zoloshlak-fosfogips" nisbatlari turlicha bo'lganda, tarkibidagi  $\text{SO}_3$  miqdori qo'shib chiqildi:

1) zoloshlak-fosfogips – 50:50 bo'lganda

$$(\text{SO}_3) = 0,56 \cdot 0,50 + 43,22 \cdot 0,50 = 21,89$$

2) zoloshlak-fosfogips – 70:30 bo'lganda

$$(\text{SO}_3) = 0,56 \cdot 0,70 + 43,22 \cdot 0,30 = 13,36.$$

hisob-kitob natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

**2-jadval**

### Sement tarkibidagi kompozitsion qo'shimchalarning miqdori

Qo'shimchanning shartli nomlanishi	Komponentlar miqdori, massa bo'yicha %		$\text{SO}_3$ ning jami miqdori, %
	zoloshlak	Fosfogips	
Zsh:F 1	50	50	21,89
Zsh:F 2	70	30	13,36

**Xom ashyoni tayyorlash:** «ELEMENTAL» MChJ da ishlab chiqilgan sun'iy «Fosfozol» faol mineral qo'shimchanning yangi turini tayyorlash sxemasi o'z ichiga kul-shlakli chiqindi va tarkibida gips bo'lgan komponentni maydalash, ularni gomogen aralashma olinguncha aralashtirish, tayyor mahsulotni qoplashni oladi.

Fraktsion tarkibi 5,0 mm gacha bo'lgan kul rang ko'rinishdagi polifraktsion zoloshlak quritish shkafiga qo'yildi va  $100 \pm 5$  °C haroratda namligi 3 % dan kam bo'lguncha quritildi. Fraktsion tarkibi 5,0 mm gacha bo'lgan oqish-kul rang ko'rinishdagi polifraktsion fosfogips quritish shkafiga qo'yildi va 50°C haroratda namligi 3 % dan kam bo'lguncha quritildi.

Quritib olingan komponentlardan 2-jadvaldagi nisbatlar bo'yicha 2 xil namuna tayyorlandi va yaxshilab aralashtirilib, avtoklavda yuqorida ko'rsatilgan

texnologiya bo'yicha mahsulot olindi va namunalarning kimyoviy tarkibi tahlil qilindi (3-jadval).

**3-jadval**

**"Zoloshlak + fosfogips" aralashmasining mineralogik tarkibi**

Qo'shimcha ning shartli nomlanishi	Oksidlarning ulushi, %							
	PPP	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
ZshF 1	13,51	28,93	11,04	1,98	14,72	0,78	21,89	1,28
ZshF 2	11,31	39,28	15,16	2,46	12,83	0,98	13,36	0,83

Xom ashyo aralashmasi tarkibidagi SO<sub>3</sub> miqdori ularning faol mineral bo'lib ishlashida katta rol o'ynaydi, 3-jadvalda keltirilgan ma'lumotlarga asosan, Zsh-F1, Zsh-F2 aralashmalarida kremniy oksidlari ko'p miqdorda bo'lib, mos ravishda Zsh-F1- 28,93 % va Zsh-F2 - 39,28 % tashkil etdi, alyuminiy oksidlari esa Zsh-F1 – 11,04 va Zsh-F2 -15,16 % ni tashkil etdi, SO<sub>3</sub> miqdori esa mos ravishda Zsh-F1 – 21,89, Zsh-F2 – 13,36 ni tashkil etib, ushbu tarkiblar faol mineral qo'shimcha bo'lib ishlashi mumkinligini ko'rsatdi.

Zoloshlak + fosfogips nisbatlarini optimallashtirish va portlandsement klinkeri tarkibiga qo'shiladigan optimal miqdorlarini aniqlash bo'yicha tajribalar olib borildi, olingan natijalar quyidagi 4-jadvalda keltirilgan.

**4-jadval**

**Xom ashyo aralashmalarining taxminiy tarkibi**

Qo'shimchani ning shartli nomlanishi	Aralashmadagi SO <sub>3</sub> ning miqdori	Klinkerga qo'shiladigan xom ashyo miqdoriga qarab tarkibidagi SO <sub>3</sub> ning miqdori	
		15 %	20 %
Zsh-F1	21,89	3,81	4,88
Zsh-F2	13,36	2,00	2,67

Ma'lumki, Davlat standarti talablari bo'yicha portlandsement o'z xususiyatlarini saqlab qolishi uchun tarkibidagi oltingugurt angidridi (SO<sub>3</sub>) miqdori 1,0 % dan 3,5 % gacha bo'lishi kerak. Qo'shimchali sementning tajriba namunalarini olish uchun oltingugurt angidridi miqdori dastlabki hisob-kitoblar orqali aniqlandi, tahlil natijalariga ko'ra ZshF1 namunada oltingugurt oksidi miqdori me'yyordan ortiqligi va mos ravishda komponentlar nisbatlari bo'yicha klinkerga qo'shiladigan miqdori aniqlandi (4-jadval).

Qo'shimchali sement namunalarini tayyorlash uchun Zsh-F1 va Zsh-F2 nisbatlardagi faol mineral qo'shimchalardan foydalanildi. Buning uchun klinkerga mos ravishda har bir faol mineral qo'shimcha aralashmasidan maydalash jarayonida klinkerga 15% va 20% miqdorda qo'shilib, qo'shimchali sement namunalari

tayyorlandi. Bunda 4 xil qo‘shimchali sement kompozitsiyasi va taqqoslash uchun tarkibida 5 % gips tutgan, 1 ta qo‘shimchasiz portlandsement namunasi tayyorlandi (5-jadval).

Har bir namuna zo‘ldirli tegirmonda 40 minut davomida maydalandi, maydalanish darajasi № 008 g‘alvirdagi qoldiq asosida baholandi. Maydalash jarayonida qo‘shimchali sementning maydalanishi nisbatan yengil bo‘ldi va bunda qo‘shimchalarning nisbatlariga bog‘liqligi aniqlandi.

**5-jadval**

**"Zoloshlak + fosfogips" qo‘shimchasi qo‘shilgan sementlarning tarkibi va dispersligi**

Sement namunalarining shartli nomlanishi	Xom ashyo aralashmasining tarkibi, og‘irlik bo‘yicha, %				Maydalanish vaqti, min	№ 008 elakdagi qoldiq, %
	Klinker	Gips	ZshF1	ZshF2		
PC-D0	95	5	-	-	40	8
PZshF1- 15	85	-	15	-	40	5
PZshF1 - 20	80	-	20	-	40	5
PZshF2- 15	85	-	-	15	40	3
PZshF2- 20	80	-	-	20	40	3

Tayyorlangan qo‘shimchali sement namunalari zo‘ldirli tegirmonda 40 minut davomida maydalanganda №008 g‘alvirdagi qoldiq portland sementda 8 % ni tashkil qilgan bo‘lsa, qo‘shimchali sement namunalarida 3 % dan 5 % gacha tashkil qildi va bu ularning maydalanish xususiyatlari yaxshilanganligini ko‘rsatdi. Tayyorlangan qo‘shimchali sement namunalarining kimyoviy tarkibi tahlil qilindi va quyidagi natijalar olindi (6-jadval).

**6-jadval**

**Sement namunalarining mineralogik tarkibi**

№	Sement namunalarining shartli nomlanishi	Xom ashyo shixtasi tarkibi, ogi‘rligiga nisb. %							
		PPP	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
<b>1</b>	PC-D0	1,66	19,60	4,93	3,38	60,58	3,42	2,76	-
<b>2</b>	<b>PZshF1-15</b>	<b>2,70</b>	<b>21,80</b>	<b>6,07</b>	<b>3,33</b>	<b>55,36</b>	<b>3,18</b>	<b>3,81</b>	<b>0,19</b>
<b>3</b>	<b>PZshF1-20</b>	<b>3,30</b>	<b>22,21</b>	<b>6,37</b>	<b>3,25</b>	<b>53,15</b>	<b>3,04</b>	<b>4,88</b>	<b>0,26</b>
<b>4</b>	PZshF2-15	2,34	23,35	6,68	3,40	54,66	3,21	2,53	0,12
<b>5</b>	PZshF2-20	1,66	19,60	4,93	3,38	60,58	3,42	2,76	-

ZshF1, ZshF2 qo‘shimchali sement namunalari tarkibida bundan tashqari 0,12 % dan 0,26 % gacha suvda eruvchan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> mavjud. Qo‘shimchali ZshF1, ZshF2 namuna sementlarda oltingugurt angidridi mos ravishda 3,81 % va 4,88 % bo‘lib, o‘rnatilgan talablardan 0,31 % va 1,38 % ga ortiqligi aniqlandi. Qo‘shimchali PZshF2-15 va PZshF2-20 namunalarida esa oltingugurt angidridi mos ravishda 2,53 % va 2,76 % ni tashkil etib, barcha o‘rnatilgan talablarga javob beradi.

Komponentlar nisbatlari bo'yicha olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, ZshF2 namunada zoloshlak:fosfogips nisbatlari 70:30 eng optimal tarkib deb topildi.

Tayyorlangan PZshF1-15, PZshF1-20, PZshF2-15, PZshF2-20 qo'shimchali sement namunalarining barchasida suvga bo'lgan ehtiyoj (vodopotrebnost) taqqoslash uchun olingan portlandsement PTS-D0 bilan deyarli bir xil natijalar berdi.

Keyingi tadqiqotlar tayyorlangan PZshF1-15, PZshF1-20, PZshF2-15, PZshF2-20 qo'shimchali sement namunalarining qotish boshlanishi va tugashi muddatlarini aniqlash bo'yicha olib borildi. O'rnatilgan talablar bo'yicha qotish boshlanishi

45 minutdan keyin, tugashi 10 soatdan keyin sodir bo'lishi kerak, tayyorlangan PZshF1-15, PZshF1-20, PZshF2-15, PZshF2-20 qo'shimchali sement namunalari sekin qotish xususiyatiga ega bo'lib, barcha namunalarda qotish boshlanishi 10 soatdan keyin, tugashi 24 soatni tashkil etdi va bu o'rnatilgan talablarga javob beradi (7-jadval).

### 7-jadval

#### "Zoloshlak + fosfogips" qo'shimchalari bilan portlend sementlarining normal quyuvligi va qotish muddatlari

Sement namunalarining shartli belgilanishi	Sement aralashmasining quyuvligi, %	Qotish muddati, soat	
		Boshlanishi	Tugashi
PTS-D0	25,71	5-30	7-10
PZshF1-15	24,28	5	7-12
PZshF1-20	25,71	4	7-12
PZshF2-15	24,28	5	7-12
PZshF2-20	24,28	5	7-12

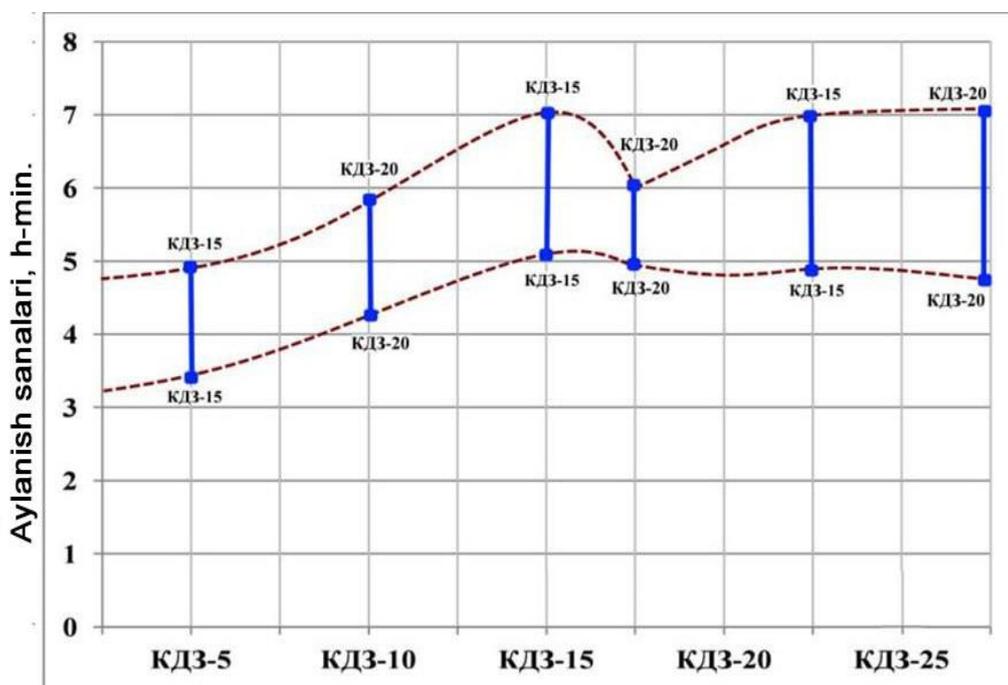
Qo'shimchali sementlarda qotish muddatlarining kattaligi, fosfogips tarkibida suvda eruvchan fosfatlar borligi sabab bo'lib, bu esa fosfogipsni qayta ishlamasdan jarayonda qo'llash imkonini beradi.

Tayyorlangan qo'shimchali sement namunalarining mustahkamlik xarakteristikalari GOST 310.4 bo'yicha sement: qum = 1:3 nisbatda 40x40x60 mm li balochkalar tayyorlash orqali sinab ko'rildi. Talab bo'yicha tayyorlangan balochkalar qoliplarda 90 % namlikda 24 soat davomida saqlanadi, so'ngra qolipdan olinib, keyingi sinovlargacha suvga solib qo'yiladi.

Sementga qo'shiladigan zoloshlak + fosfogis nisbatlari va miqdoriga qarab, qotishning boshlanishi muddatlari o'zgaradi.

Sementga turli nisbatlardagi zoloshlak-fosfogips turli miqdorlarda qo'shilganda qotish boshlanishi muddatlari turlicha o'zgarishi bo'yicha tahlil natijalari keltirilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, sement tarkibidagi faol minera qo'shimchalar miqdori ortishi bilan ularning tarkibidagi suvda eruvchan fosforning miqdori ortib borishi sababli qotishning boshlanish muddatlari ham mos ravishda ortib boradi (3-rasm).

Belgilangan qotish muddatlarida, 7 sutkadan keyin PZshF2-15, PZshF2-20 namunalarida siqilishga mustahkamlik mos ravishda 26,8 MPa va 24,1 MPa ni tashkil qildi va bu namunadagi PTS-D0 portlandtsemenddan (26,8 MPa) deyarli farq qilmadi.



**3-rasm. Kul+shlak : fosfogipsning nisbatlari va miqdoriga qarab, qotishning boshlanishi muddatlari**

PZshF2-15, PZshF2-20 namunalarida mustahkamlik ko'rsatkichlari 28 sutkadan keyin mos ravishda 47,8 MPa va 50,8 MPa ni tashkil qilib, namunadagi PTS-D0 portlandtsemenddan (42,1 MPa) mos ravishda 12 % va 20 % ga yuqoriligini ko'rsatdi (8-jadval).

8-jadval

**Qo'shimchali sementlarning mustahkamligi aniqlash bo'yicha o'tkazilgan tajribalar natijalari**

Sement namunalarining shartli belgilanishi	Suv/sem nisbati 1:3	Konusning erishi, mm	Mustahkamligi, MPa				Sement markasi
			7 sutka		28 sutka		
			R <sub>bukl</sub>	R <sub>siqil</sub>	R <sub>bukl</sub>	R <sub>siqil</sub>	
PTS-D0	0,368	115	5,3	26,8	5,8	42,2/100	400
PZshF1-15	0,356	113	4,4	21,9	5,9	43,1/102	400
PZshF1-20	0,362	113	3,8	18,2	4,2	26,8/63,5	Mos kelmaydi
PZshF2-15	0,356	112	4,9	26,8	6,2	47,8/113	400
PZshF2-20	0,356	113	4,4	24,1	6,2	50,8/120	500

Shunday qilib, o'tkazilgan sinov natijalari "kul+shlak:fosfogipsning" aralashmalarining avtoklavda qayta ishlangan namunalari sementning

mustahkamlik xususiyatlariga ijobiy taʼsir koʻrsatishini isbotladi. Shuningdek, 3-namuna (PZshF1-20) dan tashqari barcha namunalarni oʻrnatilgan talablarga javob beradigan kompozit qoʻshimchali sement olishda foydalanish uchun tavsiya qilish imkonini berdi. 7-jadvalda keltirilgan PZshF1-15, PZshF2-15, PZshF2-20 qoʻshimchali sement namunalari 20 % gacha taklif qilinayotgan faol mineral qoʻshimcha qoʻshilganda sement markasi M400 dan yuqori boʻlishi isbotlandi.

## XULOSALAR

1. Texnogen chiqindilardan sementga faol mineral qoʻshimcha olish va uni tayyorlash usuli yaratilgan.

2. Sintezlangan faol mineral qoʻshimcha “Fosfozol” koʻp funktsiyalilik xususiyatga ega: qovushqoqlikni kamaytiradi, qoʻshimchali sementlarda qotish muddatlarini tartibga soladi, pH muhitini meyorlashtiradi.

3. Fosfozol - sanoat miqyosida M200, M500 markali sementlardan ogʻir temir-beton konstruksiyalari olishda silikat qorishmalar uchun plastifikator va suyultiruvchi qoʻshimcha sifatida qoʻllaniladi.

4. Sement ishlab chiqarishda texnogen chiqindilaridan olingan “Fosfozol” ni faol mineral qoʻshimcha sifatida qoʻllab, qattiq sovuqqa va namgarchilikka chidamli beton qorishmalari olingan.

5. Texnogen chiqindilardan olingan faol mineral qoʻshimchani klinkerga qoʻshish orqali **sement tannarxini 20-25% gacha kamaytirish** imkoniyati yaratilgan.

6. Yaratilgan texnologiya boʻyicha “Axangaransement” AJ ga 365000 tonnadan ortiq fosfozol yetkazib berilgan va GOST 10178, OʻzDst 28-30-2014 talablariga javob beradigan 3 mln tonnadan ortiq sement ishlab chiqarilib, **350 mlrd soʻmlik iqtisodiy samaradorlikka erishilgan.**

7. Mazkur texnologiya asosida sanoat korxonalarida toʻplanib qolgan **70 mln. tonnadan ortiq fosfogips va 15 mln. tonnadan ortiq kul-shlakni** mahsulot olishga yoʻnaltirib, utilizatsiya qilish imkoniyati yaratilgan. Natijada sanoat chiqindilarni qayta ishlash orqali atrof-muhitga etkaziladigan zararni kamaytirishga erishilgan.

8. Taklif etilayotgan texnologiyadan foydalanish hisobiga atmosferaga tashlanadigan **CO<sub>2</sub> gaz emissiyasi** ishlab chiqarish birligiga nisbatan **30-35% ga kamaytirishga** erishilgan.

9. Ishlab chiqilgan texnologiya joriy etilganidan soʻng, sement ishlab chiqarishda foydalaniladigan **2 million tonnadan ortiq qurilish gipsini tejash** imkoniyati paydo boʻldi, shuningdek, ochiq usulda gips qazib olishda atrof-muhitga salbiy taʼsir kamaydi.

10. Oʻta xavfli chiqindilar hisoblangan fosfogips va kul-shlaklarning yoʻq qilish **texnogen chiqindilarning Angren, Olmaliq va yaqin atrofdagi aholi punktlari ekotizimiga salbiy taʼsirini kamaytirdi.**

11. Texnogen chiqindilarni utilizatsiya qilish va qfaol mineral qoʻshimchalar olish texnologiyasi Oʻzbekiston Respublikasida (IAP 05372; IAP 05689) va Rossiya Federatsiyasida patentlangan va Rossiya Federatsiyasi va Oʻzbekiston Respublikasi korxonalarida joriy etilgan.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ РbD.18/30.Т.153.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ  
ИНСТИТУТЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДООХРАННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

---

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОКРУЖАЮЩЕЙ  
СРЕДЫ И ПРИРОДООХРАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**ЮЛДАШЕВ ФАРХОД ТАЛАЗОВИЧ**

**АКТИВНАЯ МИНЕРАЛЬНАЯ ДОБАВКА К ЦЕМЕНТУ ИЗ  
ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ И СПОСОБ ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ**

**11.00.05 – Охрана окружающей среды и рациональное использование природных  
ресурсов**

**АВТОПРЕСТАВЛЕНИЯ**

**на получение ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам на  
основании патента на изобретение и защиты без диссертации**

**ТАШКЕНТ – 2024**

**Тема диссертации на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за № B2023.4.PhD/Gr297.**

Научно-исследовательская работа проводилась в Научно-исследовательском институте окружающей среды и природоохранных технологий.

Автопреставление научно-исследовательской работы на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) на сайте Ученого совета ([www.ecoil.m.uz](http://www.ecoil.m.uz)) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziyo.net.uz](http://www.ziyo.net.uz)) размещен.

**Научный руководитель:**

**Аминов Хамза Хусанович**  
доктор философии (PhD), профессор

Автопреставление научного исследования состоится «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г. в «\_\_» часов на заседании Научного совета PhD.18/30.11.2022.т.153.01 при НИИ окружающей среды и природоохранных технологий по адресу: 100043, город Ташкент, Чиланзорский район, улица Бунёдкор, дом 7а. (тел: (71) 277-69-83; факс: (71) 277-89-22; электронная почта: [ecoilm@umail.uz](mailto:ecoilm@umail.uz)).

С автопреставлением научной работе можно ознакомиться в в информационно-ресурсном центре Научно-исследовательского института природоохранных и природоохранных технологий (зарегистрирован под номером \_\_). Адрес: 100043, город Ташкент, Чиланзорский район, улица Бунёдкор, дом 7а. (71) 277-89-22; электронная почта: [ecoilm@umail.uz](mailto:ecoilm@umail.uz).

Автопреставление научного исследования разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 года.

(протокол рассылки №\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 г.)

**Б.А.Пулатов**

Председатель Научного совета по  
присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

**Л.Н.Самиев**

Ученый секретарь Научного семинара  
Научного совета по присуждению  
ученый степеней, д.т.н., доцент

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация автопрезентаций)**

### **Актуальность и необходимость научно-исследовательской работы.**

Известно, что промышленные отходы составляют 96-98 % существующих отходов. В последние годы перерабатывающие предприятия нашей Республики в результате развития промышленных предприятий отрицательно влияют на окружающую среду, ее живые организмы и здоровье человека, что является одной из наиболее угрожающих проблем. В результате ежегодного увеличения промышленных выбросов уровень загрязнения территорий предприятий и близлежащих населенных пунктов возрастает, а в некоторых районах достигает весьма опасного уровня. Большинство смертей по причинам, связанным с загрязнением окружающей среды и воздуха, происходит в странах с низким и средним уровнем дохода. Лидирующие места занимают страны Азии и Африки, а следующие места занимают страны с низким и средним уровнем дохода Восточного Средиземноморья, страны Европы и регионы Америки. Среди населения выявлены такие заболевания вследствие воздействия частиц PM 2,5 и PM 10 (это воздушный загрязнитель, в состав которого входят, как твердые микрочастицы, так и мельчайшие капельки жидкостей), вызывающих сердечно-сосудистые, респираторные и онкологические заболевания с высоким уровнем смертности. Согласно анализам Всемирной организации здравоохранения, загрязнение окружающей среды и атмосферы является основной причиной неинфекционных заболеваний. Установлено, что вышеуказанные факторы являются причиной 23% смертей от сердечной недостаточности, 24% смертей от тромбов и других заболеваний и 28% смертей от рака дыхательных путей. Поэтому сегодня наши ученые уделяют большое внимание вопросам совершенствования методов и технологий защиты окружающей среды и атмосферного воздуха путем переработки и утилизации промышленных отходов.

Среди объектов, загрязняющих окружающую среду и атмосферный воздух частицами пыли различного состава, особое место занимают предприятия химической переработки, в том числе предприятия по производству минеральных удобрений.

Указ Президента №158 «О стратегии «Узбекистан-2030» от 11 сентября 2023 года поставил задачу поэтапного перехода к зеленой экономике и увеличению утилизации промышленных отходов в 2,5 раза. Исходя из этого, увеличение научных исследований по переработке и утилизации промышленных отходов, создание наукоемких технологий и совершенствование существующих является актуальной задачей, имеющей большое научное и экологическое значение.

**Соответствие исследований приоритетным направлениям развития науки и техники Республики.** Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий

республики V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

**Степень изученности проблемы.** Выдающийся ученые такие как М.Н.Набиев, К.С.Ахмедов, С.Тухтаев, Ш.С.Намозов, З.Пулатов, М.Искандарова внесли свой вклад в переработку, утилизацию промышленных отходов, совершенствованию существующих технологий и их внедрению в нашей республике. Ученые других стран внесли свою лепту в проблему утилизации техногенных отходов, среди них необходимо отметить таких специалистов и мэтров как: В.М.Рамм, Г.М.Алиев, В.Н.Азаров, А.Г.Аверкин, В.Н.Ужов, А.М.Беливицкий, А.Ю. Вальдберг, В.С.Швыдкий, М.Г. Ладыгичев, С.Б. Старк, Д.Н. Ватузов, А.М. Редван, Ю.В.Старцева, О.В. Карпова, Е.В. Омельченко, Р.А. Астанов, И.Н. Борисов, Д.А. Мишин и другие исследователи.

Научные исследования по совершенствованию технологий переработки и получению продуктов из фосфогипса, образующегося в производстве экстракции фосфорной кислоты изучали В.В. Окорков, Ю.Г.Мещеряков, С.В.Федоров, К.Карпенко, Д.К.Эгембердиев, А.С.Сейтказиев, Х.И.Турсунбаев и многие другие. Однако накопление около 90 млн тонн отходов на предприятиях этого производства означает, что исследования по научному обоснованию технологических параметров существующих методов переработки являются не совсем эффективными и носят в основном теоретический характер. Однако накопление нескольких десятка миллионов тонн промышленных отходов на промышленных предприятиях приводит к тому, что их негативное воздействие на окружающую среду возрастает, существующие эффективные методы переработки недостаточно изучены, что приводит к научному обоснованию их технологических параметров.

**Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего учебного учреждения, где выполнена диссертация.** Данное научное исследование проведено в рамках научно-исследовательских работ «Совершенствование технологий переработки промышленных отходов» НИИ Окружающей среды и природоохранных технологий.

**Цель исследований** - разработка технологии получения активных минеральных добавок для цемента путем их переработки в автоклаве из промышленных отходов (фосфогипс, золошлаки), оказывающих негативное воздействие на окружающую среду и создание технологии получения активных минеральных добавок для цементного клинкера.

**Задачи исследования:**

изучить существующие методы переработки и утилизации промышленных отходов фосфогипса и золошлака;

разработка технологий производства портландцемента с использованием промышленных отходов;

изучить влияние добавки “фосфозол”, полученной из промышленных отходов на физико-механические и физико-химические свойства портландцемента и требования нормативных документов;

определить особенности физико-химических процессов гидратации при твердении цемента с “фосфозолом” и установить законы зависимости от состава;

изучить процессы структурообразования в многокомпонентных цементных системах “измельченный клинкер–фосфозол”, установив закономерности корреляционной (взаимосвязанной) зависимости «состав – структура – свойства»;

улучшение экологической ситуации за счет утилизации техногенных отходов и получения минерально-активной добавки «Фосфозол» для цемента.

**Объектом исследования** являются отходы производства экстракционной фосфорной кислоты - фосфогипс и золошлаки Ангренской ТЭС, активная добавка для цемента Фосфозол.

**Предметом исследования** являются процессы, происходящие при обработке фосфогипса, золошлака в автоклаве, изменение времени затвердевания, процессы образования цемента в зависимости от количества Фосфозола и их испытания.

**Методы исследования.** Использовались химические, физико-химические (термические, ИК-спектроскопия, фотоколориметрия, рентгенофазовые, аналитические и другие) методы исследований и анализа.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

создана технология получения нового вида активной минеральной добавки "Фосфозол" с использованием техногенных отходов (фосфогипса, золы и шлака) для производства добавочного цемента;

установлены и обоснованы оптимальные параметры технологии получения активной минеральной добавки - "Фосфозола" из промышленных отходов;

с добавлением в цементный клинкер 20 % "Фосфозола", полученного из техногенных отходов, загрязняющих окружающую среду, получен добавочный цемент марки М400;

доказано, что при добавлении в цемент "Фосфозола", в зависимости от его количества, можно регулировать срока процесса затвердевания цемента;

установлена корреляционная зависимость "состав-структура-свойство" при получении добавочных цементов на основе техногенных отходов.

**Научная значимость изобретения** заключается в следующем:

создан новый вид активной минеральной добавки «Фосфозол» на основе промышленных отходов - фосфогипса (он в больших количествах образуется при производстве экстракционной фосфорной кислоты) и золошлака. На изобретение был получен патент от Агентства интеллектуальной собственности Республики Узбекистан (№ IAP 05372 от 26.03.2014 г.)

создана технология производства цемента марки М400, отвечающая установленным требованиям, при котором в процессе производства добавочного цемента в клинкер добавляется 20 % активной минеральной добавки “Фосфозол”.

#### **Практические результаты исследований.**

В результате внедрения созданной технологии утилизировано более 500 000 тонн промышленных отходов и произведено более 3 миллионов тонн цемента, соответствующего нормам ГОСТ 10178 и УзДСТ 28-30-2014, а экономическая эффективность составила около 350 миллиардов сумов.

**Достоверность результатов исследования** подтверждается тем, что полученные в ходе исследований результаты соответствуют теоретическим расчетам, успешно прошли опытно-промышленные испытания и достигли высокой экономической эффективности в результате их внедрения на производственные предприятиях.

#### **Научная и практическая значимость исследования.**

Приготовленный в определенных соотношениях фосфогипс и золошлак Ангренский ТЭС обрабатывали в автоклаве при температуре до 300<sup>0</sup>С и получили активную минеральную добавку для цементного производства. Определены оптимальные параметры процесса и пропорции компонентов, научно обоснованы оптимальные параметры процесса, соотношение компонентов для получения активной минеральной добавки и доказано что полученный продукт может быть использован в качестве активной минеральной добавки при производстве цемента.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что технология извлечения активных минеральных добавок создана на основе большого количества промышленных отходов, таких как фосфогипс, золошлак, образующиеся на теплоэлектростанциях, и используемые процессы научно обоснованы. По созданной технологии за счет утилизации более 500 тысяч тонн промышленных отходов была очищена занимаемая ими территория, что существенно улучшило экологическое состояние на этой территории.

#### **Внедрение результатов исследований.**

На основе фосфогипса и золошлаков Ангренской ТЭС создана технология производства нового вида активной минеральной добавки «Фосфозол» и внедрена в производство на ООО «Elemental» (Справка ООО «Elemental» №01/12-02 от 12 января 2024 г). На основе “фосфозола” - активная минеральная добавка к цементу на АО «Ахангаранцемент» внедрена технология производства цемента, соответствующая стандартам ГОСТ 10178, по созданной технологии (№01/12-4348) дополнительно произведено более 3 млн тонн цемента (справка АО «Узкурулишматериалари» от 30 ноября 2020 года), в результате экономическая эффективность данного предприятия от внедрения новой технологии составила около 350 миллиардов сумов за счет большого объема энергосбережения.

Технология, разработанная на основе результатов научных исследований и защищенная патентом на изобретение № IAP 05372, внедрена в Обществе с ограниченной ответственностью «Элементал» и в АО «Ахангаранцемент», расположенном в Ахангаранском районе (справка Министерства экологии, охрана окружающей среды и изменения климата Республики Узбекистан № 03-03/3-4826 от 17 мая 2024 года). При применении предложенной технологии в процессе производства 1 т цемента выброс газов CO<sub>2</sub> снижается на 30-35% в атмосферу. А также, результате внедрения данной технологии в цементной промышленности будет сэкономить 2 млн. тонн гипса в год, с связи чем снижается негативное воздействие на окружающую среду гипсовых карьеров, добываемых открытым способом. Значительная социальная эффективность достигается за счет утилизации промышленных отходов, сокращения выбросов парниковых газов в атмосферу и улучшения условий жизни и труда населения на данной территории.

**Апробация результатов исследований.** Результаты исследований обсуждались на 2 международных и 4 национальных научно-практических конференциях. Оборудование и технология получения фосфозола из промышленных отходов созданы на производственной территории ООО “ELEMENTAL” и защищена патентом на изобретение РУз № IAP 05372. Основные результаты научно-исследовательской работы обсуждались на заседании Ученого совета НИИ Окружающей среды и природоохранных технологий.

**Публикация результатов исследований.** Всего по теме исследования опубликовано 14 научных работ, из них 9 статей рекомендованы к публикации в научных изданиях, в том числе в 3 зарубежных и 4 национальных научных журналах, 2 в журналах, индексируемых Scopus. Имеет 2 патента на изобретения Агентства интеллектуальной собственности по теме («Способ получения активной минеральной добавки к цементу и его получение» № ИАП 05372 от 01.09.2014 г., «Сыревая смесь и способ приготовления активной минеральной добавки к цементу» РФ № 2756639).

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ И НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ**

***Получение активной минеральной добавки к цементу и способ ее приготовления.***

***Область применения:*** Предприятия по производству цемента.

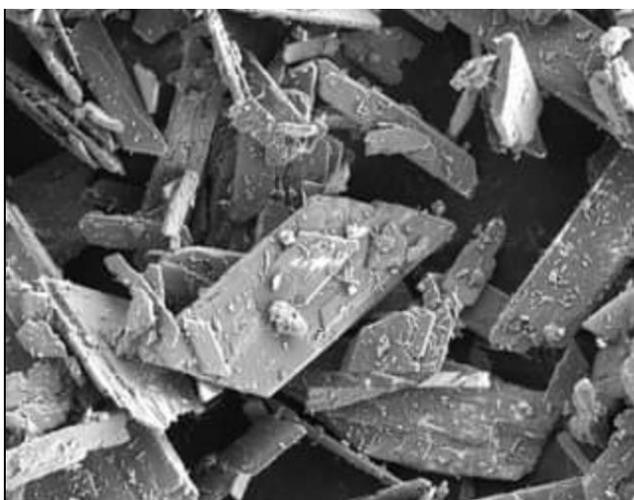
***Назначение:*** Активная минеральная добавка для получения цемента марки 400, добавляемая до 20% для экономии энергоресурсов в процессе производства цемента и соответствующая установленным требованиям ГОСТ.

***Уровень изученности научно-исследовательской работы.*** Главной целью является улучшение состояния окружающей среды за счет утилизации техногенных отходов, а также снижение себестоимости производимого

цемента. К числу важнейших экономических проблем относится большое накопление промышленных отходов в стране темпами, значительно превосходящими рост объемов производства. Внедрение «Фосфозола» в производство портландцемента способствует удешевлению его производства, а также способствует эффективному решению проблемы переработки отходов, скопившихся в отвалах.

Исследованиями зарубежных ученых доказано, что ежегодно образуется более пяти миллиардов тонн отходов, из которых около 99% составляют производственные или техногенные отходы. Не менее 1% от общего количества отходов образуются в сельском и лесном хозяйстве (46 млн. тонн), в химической промышленности (15 млн. тонн), в производстве зеркальных минеральных продуктов (13 млн. тонн), в теплоэнергетике (20 млн. тонн). На тонну производимой фосфорной кислоты для получения минеральных удобрений образуется около пяти тонн фосфогипса.

Наилучшее решение эколого-экономических проблем утилизации многотоннажных техногенных отходов показано на примере получения активной минеральной добавки «Фосфозол» к цементу с использованием фосфогипса и золошлаковых отходов в качестве сырья при производстве цемента. Исследованы возможности контроля сроков схватывания цемента за счет добавления в цемент «Фосфозола» при дроблении клинкера. Использование «Фосфозола» из техногенных отходов приводит к значительной экономии природного сырья, так как имеется возможность довести содержание «Фосфозола» до 35% при производстве цемента.



**Рис 1. Фотография фосфозола на сканирующем электронном микроскопе и накопленные отходы фосфогипса**

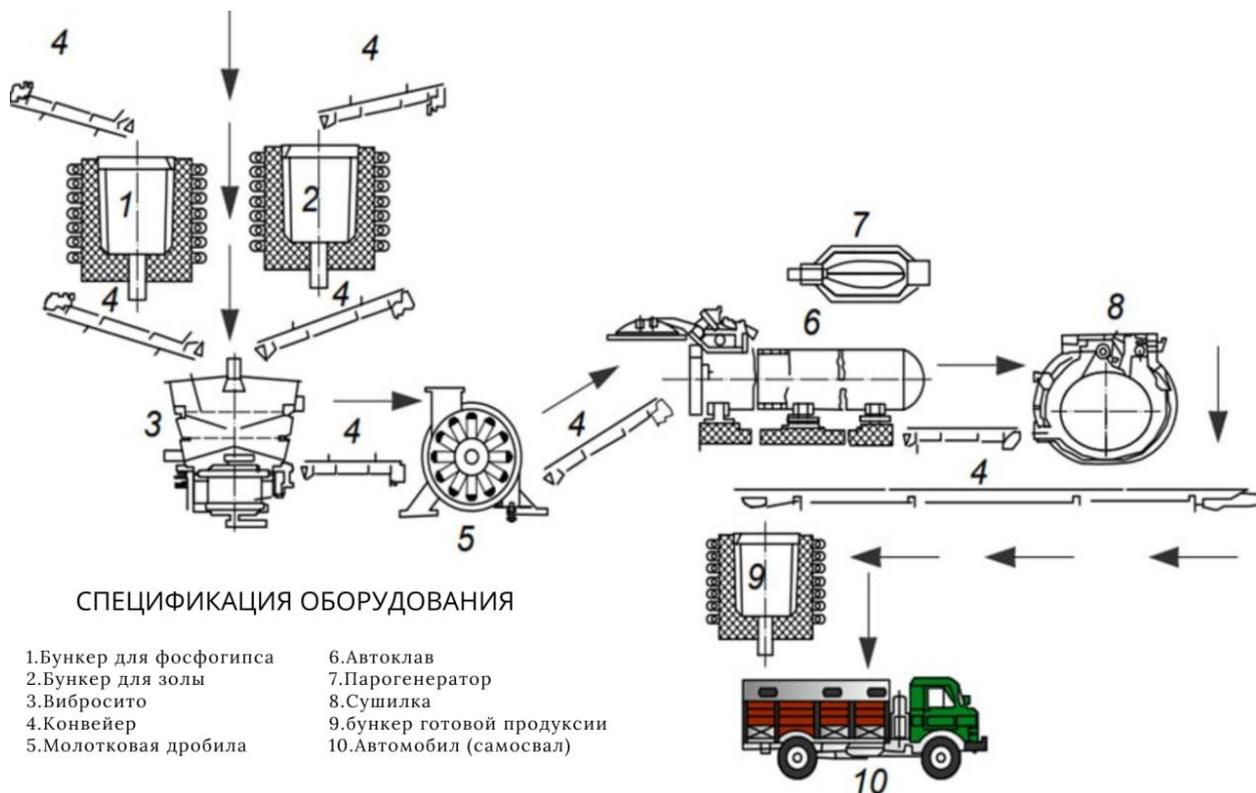
**Сущность изобретения:** Собственными вяжущими свойствами кислые золошлаки не обладают или они слабо выражены, а термообработка при температуре до 175°C придает им ярко выраженные пуцоланические свойства, что и предопределяет их применение в качестве активных минеральных добавок при производстве цемента.

Исходя из этого, в предложенном способе предусматривается гидротермальная обработка смеси фосфогипса и золошлака в определенном соотношении при температуре 150-300°C в автоклаве с получением композиционной добавки, названной «Фосфозолом».

Технологическая схема изготовления нового вида активной минеральной добавки искусственного происхождения «Фосфозол», разработанная автором, представлена на рис. 2. Она включает измельчение золошлакового отхода ТЭЦ и гипсосодержащего компонента, перемешивание компонентов до получения гомогенной смеси, упаковку готовой добавки. В соответствии с разработанной схемой, компоненты измельчают до размера зерен сырьевых материалов не более 5,0 мм, после предварительного перемешивания гомогенную смесь обрабатывают в автоклаве при определенной температуре в течение 15-25 мин, при этом термообработку ведут при содержании в смеси гидратной воды не более 30%, а в качестве золошлакового отхода ТЭЦ и гипсосодержащего компонента, соответственно используют низкокальциевые золошлаковые отходы ТЭЦ с содержанием оксида алюминия 17,75 % и побочный продукт производства фосфорной кислоты фосфогипс, при следующем соотношении компонентов, мас. %: золошлаковые отходы - 66,7; фосфогипс - 33,3.

Сырьевые компоненты предварительно проверяются на наличие посторонних включений и засоряющих примесей гравия, комков глины, дерева. Проводится соответствующая сортировка, после чего они измельчаются в молотковой дробилке (5) до размера зерен не более 5,0 мм. После этого золошлак и фосфогипс по отдельности загружают в два бункера (1, 2) объемом 6 м<sup>3</sup>, определяют суммарную расчетную влажность компонентов, которая составляет 26% и определяют суммарную расчетную кислотность компонентов (рН), которая составляет 7,0. Затем расчетное количество золошлаковых отходов в количестве 66,7 % и фосфогипса в количестве 33,3% при пересчете на сухое вещество, по транспортным лентам (4) направляют в автоклав промышленного типа (6) с рабочим объемом 6 м<sup>3</sup>. Подачу сырья регулируют посредством весовых датчиков. Подачу пара и воды регулируют также посредством датчиков (7) по объему. Общее количество гидратной воды в смеси не должно превышать 30% с учетом влажности подаваемого сырья, т.е. количество добавляемой воды составляет 4% от массы смеси. В автоклаве (6) при постоянном перемешивании и при определенной температуре смесь обрабатывают в течение 32 мин. Полученную готовую добавку охлаждают в сушилке (8) в течение 30-60 мин, а высушенный продукт направляется по конвейеру в бункер готовой продукции (9) и упаковывают в полиэтиленовые мешки по 50 кг или погружается в автомобиль (10) (самосвал) (рис.2). В процессе термической обработки в автоклаве в среде насыщенного пара и повышенной температуры в системе «фосфогипс + золошлак + вода» протекают процессы химического взаимодействия, растворимые фосфат-ионы

прочно адсорбируются на поверхности частиц кремнезема, содержащегося в золошлаке, и тем самым нейтрализуются кислотные остатки в фосфогипсе. Следует отметить, что по выданным нами рекомендациям после проведения соответствующих испытаний самой добавки «Фосфозол» и изучения ее влияния на физико-механические свойства портландцемента, по указанной схеме в ООО «Элементал» построена технологическая линия по выпуску добавки «Фосфозол», откуда она поставляется потребителям.



**Рисунок 2. Технологическая схема производства активной минеральной добавки "Фосфозол"**

Разработка состава активной минеральной добавки “Фосфозол” с комплексным использованием промышленных отходов, таких как фосфогипс, зола и шлак.

Портландцемент с композитными добавками (ПТС-Кд20) производится на цементных заводах в соответствии с Государственным стандартом "портландцемент с композитными добавками". Этот вид цемента получают совместным дроблением портландцементного клинкера, гипсового камня и композиций из природных и искусственных добавок (кварца, полевого шпата, глины, вулканических пород, золы и шлака тепловых электростанций, керамических отходов, асбестоцементных отходов). Согласно нормативным документам, общее количество добавок, вносимых в цемент в любом составе, не должно превышать 20%.

В проведенных автором исследованиях по комплексному использованию смеси «золошлак + фосфогипс» в качестве активной

минеральной добавки в качестве активной минеральной добавки к портландцементу впервые был изучен состав сырья (табл. 1).

**Таблица 1**

**Химический состав компонентов смеси  
“золошлак+ фосфогипс”**

Название компонентов	Состав доли оксидов, %							
	ППП	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Золошлак	7,98	54,83	21,35	3,19	5,73	1,31	0,57	0,51
								0,13*
Фосфогипс	19,62	3,05	0,75	0,79	29,45	0,26	43,23	2,42*

\* Показана массовая доля растворимого фосфора P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Собственными вяжущими свойствами такие шлаки не обладают, но при определенных условиях могут проявлять пуццолановые свойства, что и предопределяет их применение в качестве активных минеральных добавок при производстве цемента. Установлено, что по химическому составу технологическая проба золошлака ТЭС соответствует требованиям «Смеси золошлаковые для производства ПЩ клинкера и портландцемента. Технические условия», что позволяет рекомендовать ее к использованию в качестве сырья для приготовления композиционной добавки к цементу.

В соответствии с данными табл. 1, исследуемая проба фосфогипса содержит 43,23 % SO<sub>3</sub>, что в пересчете на двухводный гипс составляет 92,92 %. В фосфогипсе присутствуют также 2,42 % водорастворимых фосфатов (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и незначительные примеси оксидов кремния SiO<sub>2</sub>, алюминия Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, железа Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

При расчете составов композиционных добавок учитывали содержание (SO<sub>3</sub>) в каждом сырьевом компоненте добавки. Затем, при принятом соотношении каждого сырьевого компонента, рассчитывали суммарное содержание SO<sub>3</sub> в смесях «золошлак + фосфогипс».

Примеры расчета составов композиционных добавок в соотношении компонентов (золошлак : фосфогипс), мас. %:

1) шлак-фосфогипс - когда 50:50

$$(SO_3) = 0,56 \times 0,50 + 43,22 \times 0,50 = 0,28 + 21,61 = 21,89;$$

2) шлак-фосфогипс - когда 70:30

$$(SO_3) = 0,56 \times 0,70 + 43,22 \times 0,30 = 0,392 + 12,966 = 13,36.$$

Вещественный состав смесей при различном соотношении сырьевых компонентов (золошлак + фосфогипс) из расчета суммарного содержания SO<sub>3</sub> в добавках приведенных в таблице 2.

Таблица 2

## Состав композиционных добавок в составе цемента

Условное обозначение образцов цемента	Количество компонентов, % по массе		Суммарное содержание SO <sub>3</sub> , %
	Золошлак	Фосфогипс	
Зш : Ф1	50	50	21,89
Зш : Ф2	70	30	13,36

В следующей последовательности приготовили смеси «золошлак + фосфогипс» в различных соотношениях, условно обозначенных ЗшФ1 и ЗшФ2.

**Подготовка сырьевых компонентов:** золошлак, представляющий собой серую массу полифракционного состава с размерами зерен от 0 до 5,0 мм, сушили в сушильном шкафу при температуре  $100 \pm 5$  °С до влажности не более 3,0%; фосфогипс, представляющий собой серую массу полифракционного состава с размерами зерен до 5,0 мм, сушили в сушильном шкафу при температуре  $50 \pm 5$  °С до влажности не более 3,0 %.

Взвешивали каждого сырьевого компонента в мас. % и формировали состав сырьевых смесей (шихт) для каждой добавки, согласно табл. 5 и путем тщательного перемешивания каждой приготовленной сырьевой шихты приготовили смеси «золошлак + фосфогипс» и их подвергали химическому анализу, результаты которого представлены в таблице 3.

Таблица 3

## Минерологический состав смеси «золошлак + фосфогипс»

Условное обозначение смесей	Состав доли оксидов, %							
	ППП	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
ЗшФ 1	13,51	28,93	11,04	1,98	14,72	0,78	21,89	1,28
ЗшФ 2	11,31	39,28	15,16	2,46	12,83	0,98	13,36	0,83

Содержание SO<sub>3</sub> в смеси сырья играет большую роль в их функционировании в качестве активного минерала, исходя из данных, приведенных в таблице 3. в смесях ЗшФ1, ЗшФ2 оксиды кремния содержатся в больших количествах, соответственно ЗшФ1-28,94% и ЗшФ2-39,28%, а оксиды алюминия ЗшФ1 - 11,04 и ЗшФ2 составляли - 15,16%, а содержание SO<sub>3</sub> составляло соответственно ЗшФ1 - 21,89, ЗшФ2 - 13,36, что указывает на то, что эти ингредиенты могут действовать как активная минеральная добавка.

Проведены эксперименты по оптимизации соотношения золошлак + фосфогипс и определению оптимальных количеств добавляемого в состав портландцементного клинкера, результаты которых приведены в таблице ниже.

Таблица 4

## Расчетный состав шихт сырьевых смесей

Условное обозначение образцов цемента	Количество SO <sub>3</sub> в смеси, %	Массовая доля SO <sub>3</sub> сырьевой шихте, %, в зависимости от количества вводимой добавки	
		15%	20%
		ЗшФ1	21,89
ЗшФ2	13,36	2,00	2,67

Подготовку сырьевых смесей (шихт) для получения опытных образцов добавочных портландцементов с использованием смесей «золошлак + фосфогипс», осуществляли путем предварительного расчета их вещественного состава, учитывая, что массовая доля ангидрида серной кислоты в портландцементе, в соответствии с ГОСТ, должна быть не менее 1,0 % и не более 3,5 %. Расчетный вещественный состав сырьевых смесей для получения портландцементов с содержанием 15 % и 20 % добавок ЗшФ1, ЗшФ2 с учетом содержания в них SO<sub>3</sub>, приведен в табл. 3.

Для приготовления опытных образцов портландцементов с добавками ЗшФ1 и ЗшФ2 в качестве матрицы использовали портландцементный клинкер, путем использования которого с ЗшФ1, ЗшФ2 в количестве 15 % и 20 % готовили портландцементы с композиционными добавками. В качестве контрольного образца приготовили бездобавочный портландцемент, включающий 5 % гипсового камня с содержанием SO<sub>3</sub> 43,46 %. Продолжительность помола каждой шихты составляла 40 мин. Тонкость измельчения материалов оценили по остатку на сите № 008. Состав, условное обозначение и результаты определения тонкости помола полученных цементов представлены в таблице 5.

Таблица 5

## Состав и тонкость помола цементов «золошлак + фосфогипс»

Условное обозначение цементов	Состав сырьевой шихты, мас. %				Время помола, мин	Остаток на сите №008, мас. %
	Клинкер	Гипс	ЗшФ1	ЗшФ2		
ПЦ-Д0	95	5	-	-	40	8
ПЗшФ1-15	85	-	15	-	40	5
ПЗшФ1-20	80	-	20	-	40	5
ПЗшФ2-15	85	-	-	15	40	3
ПЗшФ2-20	80	-	-	20	40	3

Результаты помола показали, что по сравнению с измельчением ПЦ гипсовым камнем (ПЦ-Д0), размолоспособность смесей ПЦ клинкера с добавками ЗшФ1, ЗшФ2, значительно выше и она зависит от содержания

добавок в шихте. Так, при идентичном времени помола 40 мин, остаток цементов с добавками на сите № 008 понижается до 5--3 % по сравнению с контрольным цементом (ПЦ-Д0), тонкость помола которого составила 8 %. Определяли химический состав полученных опытных портландцементов (ПЦ-Д0, ПЗшФ1-15, ПЗшФ1-20, ПЗшФ2-15, ПЗшФ2-20), результаты химического анализа которых представлены в таблице 6.

**Таблица 6**

**Минералогический состав образцов цемента**

№	Условное обозначение образцов цемента	Состав сырьевой шихты, мас. %							
		ППП	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	ПЦ-Д0	1,66	19,60	4,93	3,38	60,58	3,42	2,76	-
2	<b>ПЗшФ1-15</b>	<b>2,70</b>	<b>21,80</b>	<b>6,07</b>	<b>3,33</b>	<b>55,36</b>	<b>3,18</b>	<b>3,81</b>	<b>0,19</b>
3	<b>ПЗшФ1-20</b>	<b>3,30</b>	<b>22,21</b>	<b>6,37</b>	<b>3,25</b>	<b>53,15</b>	<b>3,04</b>	<b>4,88</b>	<b>0,26</b>
4	ПЗшФ2-15	2,34	23,35	6,68	3,40	54,66	3,21	2,53	0,12
5	ПЗшФ2-20	2,86	24,29	7,18	3,34	52,20	3,08	2,17	0,17

В соответствии с данными табл. содержание основных оксидов в составе композиционных цементов, в зависимости от содержания и вида добавок ЗшФ1 и ЗшФ2, колеблется в пределах: SiO<sub>2</sub> - 21,80 – 24,29 %; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 6,07-7,18 %; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - 3,33–3,40 %; CaO - 52,20–54,66 %; MgO - 3,04–3,21 %.

В опытных цементах с добавками ЗшФ1, ЗшФ2 присутствуют также от 0,12 до 0,26 % растворимого P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. В опытных цементах, изготовленных с добавкой ЗшФ1, содержание SO<sub>3</sub> составляет 3,81 % и 4,88 %, что на 0,31 % и 1,38 % превышает максимально допустимое нормативное значение - не более 3,5 %. Портландцементы с добавкой ПЗшФ2-15 и ПЗшФ2-20 по содержанию в них SO<sub>3</sub> 2,53 % и 3,17 % соответствуют требованиям регламентируемому его значению - не более 3,5 %. Полученные на этом этапе исследований данные позволяют предположить, что состав добавки ЗшФ2, изготовленный в процентном соотношении золошлака и фосфогипса - 70:30, является оптимальным. Однако для окончательного выбора оптимального состава добавки «золошлак + фосфогипс» и определению возможности его применения в качестве активной минеральной добавки в цемент, проводились технологические испытания с определением физико-механических свойств всех полученных в лабораторных условиях опытных цементов, условно обозначенных ПЦ-Д 0, ПЗшФ1-15, ПЗшФ1-20, ПЗшФ2-15, ПЗшФ2-20.

Сроки схватывания портландцементов с композиционными добавками «золошлак + фосфогипс» определяли по методике ГОСТ 310.3 «Цементы. Методы определения нормальной плотности, сроков схватывания и

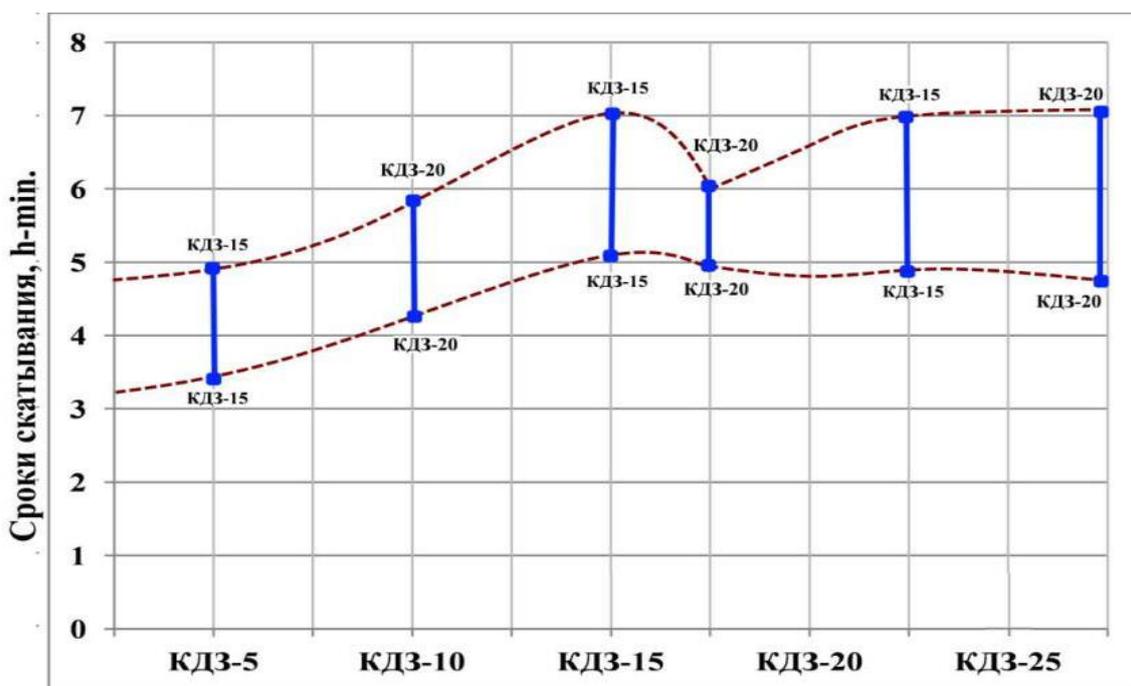
равномерности изменения объема». Результаты испытаний приведены в табл. 6. Установлено, что водопотребность цементного теста всех четырех цементов ПЗшФ1-15, ПЗшФ-20, ПЗшФ2-15, ПЗшФ2-20 по сравнению с цементом ПЦ-Д0 практически не изменяется и составляет 24,28-25,71 %. Они обладают нормальными сроками схватывания: начало их схватывания наступает после 5 ч от начала затворения, а конец - через 7 ч. Согласно требованиям ГОСТ, начало схватывания портландцементов с композиционными добавками должно наступать не ранее 45 мин, а конец - не позднее 10 ч. Данные таблицы 7 показывают, что сроки схватывания всех составов портландцементов с композиционной добавкой «золошлак + фосфогипс» соответствуют требованиям.

**Таблица 7**

**Нормальная густота и сроки схватывания портландцементов с добавками «золошлак + фосфогипс»**

Условное обозначение цементов	Нормативная густота цементного теста, %	Сроки схватывания, ч-мин	
		Начало	Конец
ПЦ- Д0	25,71	5-30	7-10
ПЗшФ1-15	24,28	5	7-12
ПЗшФ1-20	25,71	4	7-12
ПЗшФ2-15	24,28	5	7-12
ПЗшФ2-20	24,28	5	7-12

Определение прочностных характеристик опытных портландцементов осуществляли по методике ГОСТ 310.4 путем изготовления образцов в виде балочек (40×40×160) мм с соотношением цемент: песок = 1:3. Согласно требованиям данного нормативного документа, после изготовления образцы в формах хранят 24±1 ч в условиях с относительной влажностью воздуха не менее 90 %, после чего их освобождают из форм и переносят в воду для дальнейшего хранения до соответствующих сроков испытания. В процессе изготовления образцов было отмечено, что образцы из портландцементов ПЗшФ1-15, ПЗшФ1-20, ПЗшФ2-15, ПЗшФ2-20 через 24 ч хранения имели недостаточную распалубочную прочность для их расформовки без повреждения. Поэтому образцы, за исключением образцов из цемента ПЦ-Д0, были расформованы и уложены в воду через 48±2 ч, что допускается методикой ГОСТ 310.4, п. 2.2.6.1. Результаты определения предела прочности при изгибе и сжатии образцов-балочек, хранившихся в воде до заданного срока испытаний 7 и 28 сут, приведены в рис.3.



**Рис 3. Зависимость сроков схватывания портландцементов с композиционными добавками от количества добавки «золошлак + фосфогипс» и соотношения компонентов в добавке**

По данным рис. 3, в начальные сроки твердения прочностные показатели цементов ПЗшФ2-15, ПЗшФ2-20, прочность при сжатии которых в возрасте 7 сут составила 26,8 МПа, 24,1 МПа, практически не отличаются от прочности контрольного цемента ПЦ- Д0 -26,8 МПа. Процесс набора прочности цементами ПЗшФ1-15, ПЗшФ1-20, изготовленных с введением 15 и 20 % добавки состава ЗшФ1, в начальные сроки сильно замедляется. Так, в возрасте 7 сут значения предела прочности при сжатии цементов ПЗшФ1-15 на 18 %, а ПЗшФ1-20 на 32 % ниже прочности контрольного цемента ПЦ-Д0. Прочность цемента ПЗшФ1-15 через 28 сут твердения достигла 43,1 МПа, тогда как значение прочности цемента ПЗшФ-20, содержащего 20 % добавки ЗшФ1, составила всего 26,8 Мпа. Такое замедление набора прочности цементом ПЗшФ-20, возможно, объясняется повышенным содержанием в нем ангидрида серной кислоты  $SO_3$ , которое в пересчете на  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  составило в цементе 10,49 %. Показатели прочности цементов ПЗшФ2-15 и ПЗшФ2-20 через 28 сут твердения составили соответственно 47,8 МПа и 50,8 МПа, что на 12 %, 20 % превышает показатель в 42,1 МПа контрольного цемента ПЦ-Д0. По показателям прочности при сжатии цементы ПЗшФ1-15 и ПЗшФ2-15 характеризуются маркой 400, цемент ПЗшФ2-20 – маркой 500.

Таблица 8

**Определение прочностных характеристик цементов с добавками  
«золошлак + фосфогипс»**

Условное обозначение цементов	В/Ц	Расплав конуса, мм	Предел прочности, МПа, при изгибе и сжатии в возрасте				Марка цемента
			7 дней		28 дней		
			R <sub>из</sub>	R <sub>сж</sub>	R <sub>из</sub>	R <sub>сж</sub>	
ПТС-Д0	0,368	115	5,3	26,8	5,8	42,2/100	400
ПЗшФ1-15	0,356	113	4,4	21,9	5,9	43,1/102	400
ПЗшФ1-20	0,362	113	3,8	18,2	4,2	26,8/63,5	Не соответ.
ПЗШФ2-15	0,356	112	4,9	26,8	6,2	47,8/113	400
ПЗшФ2-20	0,356	113	4,4	24,1	6,2	50,8/120	500

В образцах ПЗШФ2-15, ПЗШФ2-20 показатели консистенции через 28 суток составили 47,8 МПа и 50,8 МПа соответственно, что на 12% и 20% выше, чем у образца ПТС-Д0 (42,1 МПа) соответственно по таблице 8.

Таким образом, результатами испытаний показано положительное влияние смесей «золошлак + фосфогипс» на прочностные характеристики портландцементов, что позволяет рекомендовать данную добавку использовать в качестве композиционной добавки в цемент.

### ВЫВОДЫ

1. Создан способ получения активной минеральной добавки к цементу из техногенных отходов и способ ее приготовления.

2. Синтезированная активная минеральная добавка “Фосфозол” обладает многофункциональным свойством: снижает вязкость, регулирует pH и время схватывания добавочного цемента

3. “Фосфозол” работает как пластификатор и разжижающая добавка к силикатным смесям при производстве тяжелых железобетонных конструкций из цементов М200, М500 в промышленных масштабах.

4. Применяя “Фосфозол” при производстве добавочного цемента получены морозостойкие и водостойкие бетонные смеси.

5. За счет добавления в клинкер активной минеральной добавки, полученной из техногенных отходов, появилась возможность **снизить себестоимость портландцемента до 20-25 %.**

6. По разработанной технологии произведено и поставлено на АО “АХАНГАРАНЦЕМЕН” более 365 000 тонн Фосфозола и выпущено более 3 млн. тонн добавочного цемента по ГОСТ 10178 и О’zDst 28-30-2014, с **экономической эффективностью 350 млрд. суммов.**

7. На основе разработанной технологии появилась возможность утилизации опасных техногенных **отходов фосфогипса** в количестве более **70 миллионов тонн** и более **15 миллионов тонн золошлака**. Это помогло

снижению ущерба окружающей среде за счет переработки промышленных отходов.

8. При использовании предлагаемой технологии **выбросы газов CO<sub>2</sub> в атмосферу сократятся на 30-35 %** на единицу продукции

9. С внедрением разработанной технологии появилась возможность **сэкономить более 2 миллионов тонн строительного гипса** для производства цемента, а также снизилось отрицательное влияние на окружающую среду при добыче гипса открытым способом.

10. Утилизация особо опасных отходов фосфогипса и золошлака **снизят отрицательное влияние техногенных отходов на экосистему Ангрена, Алмалыка и близлежащих населенных пунктов.**

11. На технологию утилизации промышленных отходов и получения активных минеральных добавок получен патент в Республике Узбекистан (IAP 05372; IAP 05689) и Российской Федерации ((19) RU(11)2581437(13) C1) и внедрено на предприятиях Российской Федерации и Республики Узбекистан.

**SCIENTIFIC COUNCIL PHD.18/30.11.2022.T.153.01 ON AWARDING  
ACADEMIC DEGREES AT THE SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE  
OF ENVIRONMENT AND NATURE CONSERVATION TECHNOLOGIES**

---

**RESEARCH INSTITUTE OF ENVIRONMENT AND NATURE  
CONSERVATION TECHNOLOGIES**

**YULDASHEV FARKHOD TALAZOVICH**

**ACTIVE MINERAL ADDITIVE TO CEMENT FROM MAN-MADE  
WASTE AND METHOD OF ITS PREPARATION**

**11.00.05 – Environmental protection and rational use of natural resources**

**AUTO PRESENTATION**

**of defending the Doctor of Philosophy (Ph.D.) degree on the basis the patient without a  
dissertation**

**TASHKENT – 2024**

**The theme of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered with the Higher Attestation Commission under the Minister of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under No. B2023.4.PhD/Gr297.**

The scientific research work prepared at the Research Institute of Environment and Environmental Technologies.

The abstract of auto presentation is posted in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is posted on the website of the Academic Council ([www.ecoiln.uz](http://www.ecoiln.uz)) and on the information and educational portal "ZiyoNet" ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Scientific supervisor:**

**Aminov Khamza Khusanovich  
Doctor of Philosophy (PhD), professor**

The scientific research work will take place «\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 at \_\_ hours at the meeting of the Scientific Council PhD.18/30.11.2022.t.153.01. at the the Research Institute of Environment and Environmental Technologies, (Address: 100043, Tashkent city, Chilanzar district, Bunyodkor st., 7a. (mob: (71) 277-69-83; fax: (71) 277-89-22; email: [eco\\_nii@uznature.uz](mailto:eco_nii@uznature.uz)).

The scientific research work can be found at the Information Resource Center of the Research Institute of Environmental and Environmental Technologies (registered under number \_\_). Address: 100043, Tashkent city, Chilanzar district, Bunyodkor st., 7a. (mob: (71) 277-69-83; fax: (71) 277-89-22; email: [eco\\_nii@uznature.uz](mailto:eco_nii@uznature.uz)).

Abstract of scientific research work was sent " \_\_ " \_\_\_\_\_ 2024.

(Registration No. \_\_\_\_\_ dated " \_\_ " \_\_\_\_\_ 2024).

**B.A.Pulatov**

Chairman of the Board Doctor of  
Technical Sciences, Associate Professor

**L.N.Samiev**

Scientific Secretary of the Board,  
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

## INTRODUCTION (abstract of scientific research work)

**The aim of this research work.** It consists of processing industrial waste (phosphogypsum, ash-slag) that has a negative impact on the environment in an autoclave, and developing a technology for obtaining active mineral additives for cement.

**The object of study.** The waste of the phosphoric acid production process - phosphogypsum, Angren heat station ash, slag, cement with additives - was obtained.

### **Scientific novelty of the research:**

a new type of active mineral additive "Phosfozol" was created using man-made waste (phosphogypsum, ash and slag) in cement production;

based on the optimal parameters of the technology of obtaining an active mineral supplement - "Phosfozol" by disposal of industrial waste;

400 brand cement was obtained by adding 20% of environmentally polluting man-made waste "Phosfozol" to cement;

it has been proven that it is possible to control the setting time of cement depending on its amount when adding "Phosfozol" obtained from man-made waste to cement;

"composition-structure-property" correlative relationship was proved in the cementation of additive cements based on man-made waste.

### **The scientific significance of the invention is as follows:**

The technology of obtaining a new type of active mineral additive "Phosfozol" was created on the basis of industrial waste - phosphogypsum and Angren IES ash and slag, which is produced in large quantities during the production of extractive phosphoric acid, and a patent was obtained for the invention from the Intellectual Property Agency of the Republic of Uzbekistan (No. IAP 05372 26.03.2014);

In the process of cement production, a technology for producing 400-grade cement was created when 20% of phosphosol, an active mineral additive, was added to clinker.

**Practical research results.** As a result of the introduction of the created technology, more than 500,000 tons of industrial waste were disposed of, and more than 3 million tons of additive cement was produced that met the standards of GOST 10178 and UzDst 28-30-2014, and the economic efficiency was about 950 billion soums.

**Reliability of research results** is confirmed by the fact that the results obtained during the research correspond to theoretical calculations, have successfully passed pilot industrial tests and achieved high economic efficiency as a result of their implementation at production enterprises.

**Scientific and practical significance of the research.** Scientific significance of the research results. The solid prepared in certain proportions of phosphosol and Angren ash was processed in an autoclave at a temperature of up to 3000C, and an active mineral additive for cement clinker was obtained. The optimal parameters of the process and the proportions of the components are determined, and the resulting product is used as an active mineral additive in cement production.

The practical significance of the research results is that the technology for extracting active mineral additives was created on the basis of large amounts of industrial waste, such as phosphogypsum, ash generated in thermal power plants, and the processes involved are scientifically based. According to the created technology, more than 500,000 tons of industrial waste were disposed of, and the area occupied by them was cleaned of waste, and the ecological situation in this area improved somewhat.

**Implementation of the research results.** The technology developed on the basis of the results of scientific research and protected by the invention patent No. IAP 05372 was introduced in the limited liability company "ELEMENTAL" in the joint-stock company "AXANGARANSEMENT" located in Ohangaron district (Ecology, Environmental Protection and Climate of the Republic of Uzbekistan information of the Ministry of Transformation No. 03-03/3-4826 of May 17, 2024). As a result, more than 3 million tons of additive cement were produced in these organizations using man-made waste and using the created technology. When the proposed technology is used, during the production of 1 ton of cement, the release of CO<sub>2</sub> gases into the atmosphere is reduced by 30-35%. Due to the large amount of energy saving in the implemented organizations, the economic efficiency of this enterprise from the introduction of new technology amounted to about 350 billion soums. As a result of the introduction of this technology, 2 mln. it is possible to save tons of gypsum and reduce the negative impact on the environment from open-pit gypsum quarries to a certain extent. Social efficiency allows the disposal of industrial waste, reduction of the amount of waste gases released into the atmosphere, and improvement of the living and working conditions of the population.

**Approbation of research results.** The results of the research were discussed at 2 international and 4 national scientific-practical conferences. The equipment created and protected by invention patent No. IAP 06715 participated in the "Best IP 2022" contest for the Best Intellectual Property Objects in 2022. The main results of the research work were discussed at the meeting of the Scientific Council of the National Research University "Research Institute of Environmental and Nature Protection Technologies".

**Publication of research results.** A total of 14 scientific works have been published on the topic of research, including 9 articles in scientific publications recommended for publication of the main scientific results of doctoral dissertations of the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan, including 3 in foreign and 4 in republican scientific journals, 2 in the Scopus database published in an indexed journal. 2 invention patents of the Intellectual Property Agency on the topic ("Method of obtaining an active mineral additive to cement and its preparation" No. IAP 05372 01.09.2014, "Raw mixture and method of preparing an active mineral additive for cement" RF No. 2756639).

## Conclusions

1. A method for obtaining an active mineral additive to cement from man-made waste and a method for its preparation has been created.

2. The synthesized active mineral additive “Phosphozol” has a multifunctional property: it reduces the viscosity, regulates the pH and setting time of the additional cement

3. Phosphozol works as a plasticizer and diluent additive to silicate mixtures in the production of heavy reinforced concrete structures from M200, M500 cements on an industrial scale.

4. Using Phosphozol in the production of additional cement, frost-resistant and water-resistant concrete mixtures were obtained.

5. By adding an active mineral additive obtained from man-made waste to the clinker, it became possible to reduce the cost of Portland cement to 20-25%.

6. According to the developed technology, more than 365,000 tons of Phosphozol were produced and delivered to AKHANGARANTSEMEN JSC and more than 3 million tons of additional cement were produced in accordance with GOST 10178 and O'ZDST 28-30-2014, with an economic efficiency of 350 billion rubles. amounts.

7. Based on the developed technology, it became possible to dispose of hazardous technogenic phosphogypsum waste in the amount of more than 70 million tons and more than 15 million tons of ash slag. This has helped to reduce environmental damage by recycling industrial waste.

8. When using the proposed technology, CO<sub>2</sub> gas emissions into the atmosphere will be reduced by 30-35% per unit of production

9. With the introduction of the developed technology, it became possible to save more than 2 million tons of construction gypsum for cement production, as well as reduce the negative environmental impact of open-pit gypsum mining.

10. Disposal of especially hazardous waste of phosphogypsum and ash slag will reduce the negative impact of man-made waste on the ecosystem of Angren, Almalyk and nearby settlements.

11. A patent has been obtained for the technology of industrial waste disposal and the production of active minerals in the Republic of Uzbekistan (IAP 05372; IAP 05689) and the Russian Federation ((19) RU(11)2581437(13)C1) and implemented at enterprises of the Russian Federation and the Republic of Uzbekistan.

**ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ**  
**СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ**  
**LIST OF PUBLISHED WORKS**

1. Юлдашев Ф.Т. Улучшение экосистемы путём утилизации техногенных отходов, использование активной минеральной добавки «Фосфозол» в производстве цементов. Монография. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. - 108 с. ISBN 978-5-361-00953-4
2. Юлдашев Ф.Т. Қурилиш материаллари ишлаб чиқарувчи корхоналарини фаол жалб эттириб Ўзбекистон Республикасининг экотизимини яхшилаш ва техноген чиқиндилар асосида янги қўшимчалар ишлаб чиқиш. Т.: «FAN ZIYOSI», 2022, 427 бет. ISBN 978 9943 7099 8 0.
3. Юлдашев Ф.Т. Фосфогипс и ЗШО помогут решить проблему утилизации отходов химической промышленности и теплоэнергетики // Журнал «ЭКОБЕСТНИК», №3 2020 г.
4. Юлдашев Ф.Т. Новые методы утилизации фосфогипса с получением цемента высокого качества // Журнал «ЭКОБЕСТНИК», №1 2021 г. Российской Федерации 14.04.2021 г.
5. Юлдашев Ф.Т. Применение техногенных отходов в производстве строительных материалов // UNIVERSUM: "ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ" 2022. - 24.04.2022.
6. Юлдашев Ф.Т. Повышение эффективности утилизации техногенных отходов// Экология хабарномаси №2 2023 г. РУз. 2023г.
7. Юлдашев Ф.Т. Переработка техногенных строительных отходов// Вестник аграрной науки Узбекистана № 5(11)3.
8. Юлдашев Ф.Т. Қурилиш чиқиндиларидан илмий ёндошувлар асосида иккиламчи ресурс сифатида фойдаланиш йўллари. (Научные исследования строительных отходовспособы использования его в качестве вторичного ресурса) // Вестник аграрной науки Узбекистана № 5(11)3.
9. Юлдашев Ф.Т., Аминов Х.Х. Efficient utilization of anthropogenic waste : a particular focus on phospogypsum and ash slag// Web of Conferences 421. 04013(2023) SERBEMA -2023.
10. Юлдашев Ф.Т., Аминов Х.Х., Рузиева И.Д., Цемент ишлаб чиқаришда ишлатиладиган хомашёнинг хусусиятлари ва уларнинг атроф-муҳитга таъсир.// “Agro kimyo himoya va o‘simliklar karantini” журналі 6-сони (2023) ziyosi», 2022г. Ташкент.
11. Юлдашев Ф.Т. Улучшение экосистемы путём утилизации техногенных отходов, использование активной минеральной добавки «фосфозол» в производстве цементов// ISBN 978-5-361-00953-4© Белгородский государственный технологический университет (БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2022. – 78-81стр.
12. Ф.Т. Юлдашев, Г.Б. Бегжанова, Б.Б. Алиханов, С.В. Самойлов, Э.Г. Зияева. Методические рекомендации. По способу комплексной пе-

- переработки производственных отходов (фосфогипс и золошлак) и определению эколого-экономической оценки их утилизации при производстве цемента// изд-во: ООО “Kelajakka Qadam”, 2023г, 30-стр.
13. Юлдашев Ф.Т. Добавка для получения цемента высокого качества// Сборник статей V-Международной научно-практической конференции. г. Пенза (РФ) 25.04.2022 г.-45-48ст.
  14. Юлдашев Ф.Т., Аминов Х.Х., Рузиева И.Д., Юлдашева Х. Ф. Техноген ва ишлаб чикариш чикиндиларини утилизация килиш оркали экологик муаммоларни хал этиш асослари // «Фундаментал ва амалий микробиологиянинг ҳолати ва ривожланиши истикболлари» Мавзусидаги халқаро илмий-амалий анжумани 23.09.2023. -59-61ст.
  15. Юлдашев Ф.Т. Активная минеральная добавка для цемента и способ её приготовления// Патент на изобретение Республики Узбекистан № IAP 05372 26.03.2014.
  16. Юлдашев Ф.Т. Активная синтезированная добавка для цемента и способ её приготовления // Патент на изобретение Российской Федерации № RU 2733360 С1 регистрация 01.10.2020.

Avtotaqdimnoma «EKOXABARNOMA» ilmiy-ommabop jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi va o‘zbek, rus, ingliz (rezyume) tillaridagi matnlarini mosligi tekshirildi (12.06.2024 y.)

Bosishga ruxsat etildi: 23.07.2024-yil.  
Bichimi 60x84<sup>1/16</sup>, “Times New Roman”  
garniturada raqamli bosma usulida bosildi.  
Shartli bosma tabog‘i 2,7. Adadi: 100. Buyurtma: № 84.  
Tel (99) 817 44 54.  
Guvohnoma reestr № 219951  
“PUBLISHING HIGH FUTURE” OK nashriyotida bosildi.  
Toshkent sh., Uchtepa tumani, Ali qushchi ko‘chasi, 2A-uy.