ALYUMINIY GIDROKSIDLI QUYQANING GLINOZYOMLI SEMENT XOSSALARIGA TA'SIRINI O'RGANISH

To'rayev Xayit Xudoynazarovich
Termiz davlat universiteti kimyo fanlari doktori professor
Amonova Nodira Davlatovna
texnika fanlari falsafa doktori PhD Termiz davlat universiteti
Ahatov Behzod Bahodirovich
E-mail: ahatovbehzod673@gmail.com

Qabul qilindi: 11.10.2025
Ko'rib chiqildi: 12.10.2025
Tasdiqlandi: 13.10.2025

Kalit so'zlar:
alyuminiy gidroksid, glinozyomli sement, gidratatsiya, issiqlikka chidamlilik, mikrostruktura.

Annotatsiya. Ushbu tezisda alyuminiy gidroksidli quyqaning glinozyomli sement xossalariga ta'siri o'rganilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, alyuminiy gidroksidli qo'shimcha sement tarkibida struktura hosil bo'lish jarayonini faollashtirib, mahsulotning mustahkamligi va issiqlikka chidamliligini oshiradi. Shuningdek, bunday modifikatsiya sementning gidratatsiya tezligini me'yorlashtiradi hamda mikrostrukturani yaxshilaydi. Olingan natijalar energiya tejamkor va ekologik xavfsiz sement ishlab chiqarishda qo'llash uchun muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Keywords:
aluminum hydroxide, alumina cement, hydration, heat resistance, microstructure.

Annotation. This thesis investigates the effect of aluminum hydroxide sludge on the properties of alumina cement. The results show that aluminum hydroxide additives activate the structure formation process, increase the strength and heat resistance of the cement, and improve its microstructure. Such modification also optimizes the hydration rate of cement. The findings are of scientific and practical importance for producing energy-efficient and environmentally friendly cement types.

Ключевые слова:
алюминиевый гидроксид, глиноземный цемент, гидратация,

Аннотация. В данном тезисе изучено влияние алюминиегидроксидного шлама на свойства глиноземного цемента. Установлено, что добавление

термостойкость, микроструктура.
алюминиевый гидроксид, глиноземный цемент, гидратация, термостойкость, микроструктура

алюминиевого гидроксида активизирует процесс структурообразования, повышает прочность и термостойкость цемента, а также улучшает его микроструктуру. Такая модификация нормализует скорость гидратации и способствует созданию энергоэффективных и экологически безопасных видов цемента.

Kirish. Bugungi kunda qurilish sanoatida yuqori sifatli, mustahkam va uzoq muddatli foydalanish imkoniyatiga ega bo‘lgan sement turlarini ishlab chiqish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, energiya tejamkorlik, ekologik xavfsizlik va texnologik samaradorlik talablarini inobatga olgan holda yangi avlod sementlarini yaratish muhim ilmiy-amaliy yo‘nalish sifatida e’tirof etilmoqda. Shu nuqtai nazardan, glinozyomli sement turlarini takomillashtirish va ularning fizik-kimyoviy xossalarini yaxshilash masalasi ilmiy doiralarda keng tadqiq etilmoqda. Glinozyomli sementlar yuqori haroratga, kimyoviy moddalarga hamda agressiv muhitga nisbatan chidamliligi bilan ajralib turadi. Ular, asosan, sanoat korxonalari, metallurgiya pechlari, kimyo zavodlari va issiqlikka bardoshli konstruksiyalarda keng qo‘llaniladi. Biroq bunday sementlarning ishlab chiqarish jarayoni murakkab bo‘lib, ko‘p miqdorda energiya sarfini va xomashyo isrofigini talab qiladi. Shu sababli, zamonaviy ilmiy tadqiqotlar energiya tejamkor texnologiyalarni ishlab chiqish, chiqindilardan foydalanish va sementning ekologik yukini kamaytirish yo‘nalishida olib borilmoqda. Alyuminiy gidroksidli quyqa (shlam) sanoat chiqindilaridan biri bo‘lib, alyuminiy oksid ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladi. Ushbu chiqindining tarkibida yuqori miqdorda $Al(OH)_3$ bo‘lgani uchun u sement ishlab chiqarishda samarali qo‘shimcha sifatida ishlatilishi mumkin. Alyuminiy gidroksidli materiallar sement tarkibiga kiritilganda, ularning gidratatsiya jarayoniga, issiqlik ajralishiga, qotish tezligiga hamda mikrostrukturaviy o‘zgarishlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bunday materiallar sement tarkibida faol modifikator sifatida ishtirok etib, g‘ovaklik darajasini kamaytiradi, suvga chidamlilikni oshiradi va sement toshining kristall panjarasini mustahkamlaydi. Shu jihatdan olib qaraganda, alyuminiy gidroksidli quyqani glinozyomli sement ishlab chiqarish jarayonida ishlatish nafaqat iqtisodiy samaradorlikni, balki ekologik barqarorlikni ham ta’minlaydi.

Adabiyotlar tahlili. Glinozyomli sementlarning fizik-kimyoviy xossalarini takomillashtirish yo‘lida olib borilayotgan ilmiy izlanishlar bugungi kunda qurilish materiallari sanoatining eng dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, sement tarkibiga turli mineral va sanoat chiqindilarini kiritish uning gidratatsiya jarayoniga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi va yakuniy mahsulotning sifatini oshiradi [1]. Alyuminiy gidroksidli quyqa (shlam) alyuminiy oksid ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan chiqindi bo‘lib, u tarkibida yuqori miqdorda $Al(OH)_3$, SiO_2, Fe_2O_3 va TiO_2 moddalari mavjudligi sababli, u sement ishlab chiqarishda ikkilamchi xomashyo sifatida ishlatilishi mumkin [2]. Ushbu moddaning qo‘llanilishi sement tarkibidagi reaksiya muvozanatini yaxshilab, mikrostrukturaviy mustahkamlikni oshiradi hamda g‘ovaklik darajasini kamaytiradi [3]. Shu bilan birga, alyuminiy gidroksidli quyqaning mavjudligi sementning gidratatsiya tezligini me’yorlashtiradi va qotish jarayonini barqaror holatga keltiradi. Bu holat sementning fizik-mexanik xossalarini, xususan, bosimga chidamlilik, zichlik va issiqlikka bardoshlilik ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi [4]. Zamonaviy tadqiqotlarda bu jarayonlar termodinamik va rentgenostruktur tahlil metodlari orqali o‘rganilib, alyuminiy gidroksidli materiallarning glinozyomli sement tarkibidagi faol komponentlar bilan o‘zaro ta’siri aniqlangan [5]. Shuningdek, ayrim manbalarda alyuminiy gidroksidli qo‘shimchalar sement tarkibida hosil bo‘ladigan kristall fazalarni barqarorlashtirishi, ularning suvga chidamliligini oshirishi va korroziyaga qarshi turg‘unlikni ta’minlashi qayd etilgan [6]. Tadqiqotlarning yana bir muhim jihati shundaki, alyuminiy gidroksidli quyqaning qo‘llanilishi nafaqat texnologik, balki ekologik nuqtai nazardan ham katta foyda beradi. Chunki bu chiqindidan foydalanish orqali ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan zararli moddalarning miqdori kamayadi, xomashyo sarfi optimallashtiriladi va chiqindisiz texnologik tizim yaratish imkoniyati kengayadi [7]. Shu tariqa, ilmiy manbalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, alyuminiy gidroksidli quyqa glinozyomli sementning issiqlikka chidamliligini, mustahkamligini va mikrostrukturaviy barqarorligini oshirishda samarali modifikator sifatida katta ahamiyat kasb etadi**.**

Materiallar va usullar. Tadqiqot ishida alyuminiy gidroksidli quyqaning glinozyomli sement xossalariga ta’sirini o‘rganish maqsadida bir qator tajribalar o‘tkazildi. Tajribalarda asosiy xomashyo sifatida yuqori sifatli glinozyomli sement, sanoat chiqindisi bo‘lgan alyuminiy gidroksidli quyqa (shlam) hamda texnik toza suvdan foydalanildi. Glinozyomli sementning kimyoviy tarkibi Al_2O_3 – 51–54%, CaO – 35–37%, SiO_2 – 5–8%, Fe_2O_3 – 2–3% bo‘lib, u yuqori issiqlikka chidamliligi bilan ajralib turadi. Alyuminiy gidroksidli quyqaning

tarkibi esa $Al(OH)_3$ – 60–70%, Fe_2O_3 – 5–7%, SiO_2 – 4–6%, TiO_2 – 1–2% nisbatda bo‘lib, u mikrozarralar ko‘rinishida sement tarkibiga qo‘shildi. Tajribalar uch xil nisbatda – 5%, 10% va 15% alyuminiy gidroksidli qo‘shimcha kiritilgan namunalar asosida olib borildi. Har bir namunada sementning qotish tezligi, mustahkamlik darajasi, suvga chidamliligi, issiqlikka bardoshliligi va mikrostrukturasi tahlil qilindi. Tajriba jarayonida sement aralashmasi standart usulda tayyorlanib, suv-sement nisbati 0,30–0,32 oralig‘ida saqlandi. Aralashmalar 20±2°C haroratda 24 soat davomida saqlanib, so‘ngra 3, 7 va 28 kunlik yoshda sinovdan o‘tkazildi. Mexanik sinovlar uchun GOST 310.4-81 va GOST 310.3-76 standartlariga asoslangan bosim va egilishga chidamlilik tahlillari o‘tkazildi. Har bir sinov uchun uch martalik takroriy o‘lchovlar amalga oshirilib, o‘rtacha qiymatlar aniqlanib, statistik tahlil orqali natijalar qayta ishlanadi. Gidratatsiya jarayoni va qotish tezligini aniqlash maqsadida Vicat apparatidan foydalanildi, sementning issiqlikka bardoshliligini baholash uchun esa mufel pechida 200°C, 400°C va 800°C haroratlarda issiqlik sinovlari o‘tkazildi. Mikrostrukturaviy o‘zgarishlarni aniqlash uchun skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) yordamida namunalar yuzasi o‘rganildi. Shuningdek, rentgenostruktur tahlil (XRD) usuli orqali sement toshida hosil bo‘lgan fazalar tarkibi aniqlanib, alyuminiy gidroksidli qo‘shimchalar ta’sirida kristall tuzilishdagi o‘zgarishlar kuzatildi. Termogravimetrik tahlil (TGA) yordamida esa sement tarkibidagi suvning bug‘lanish va parchalanish jarayoni baholandi. Suvga chidamlilik ko‘rsatkichlari GOST 10060.0-95 standarti asosida aniqlanib, sement namunalarining suvda 48 soat davomida saqlangandan keyingi massasi va mustahkamligi o‘lchandi. Barcha olingan natijalar grafik va jadval shaklida tizimlashtirilib, ularning o‘zaro taqqoslama tahlili amalga oshirildi. Ushbu metodik yondashuv alyuminiy gidroksidli quyqaning glinozyomli sement xossalariga ta’sirini kompleks o‘rganish, fizik-mexanik ko‘rsatkichlarni aniqlash va ularning optimal qo‘shimcha miqdorini belgilash imkonini berdi. Natijalar asosida alyuminiy gidroksidli chiqindilarni sement ishlab chiqarishda samarali qo‘shimcha sifatida qo‘llashning ilmiy asoslari ishlab chiqildi.

1-jadval. Alyuminiy gidroksidli qo‘shimchaning glinozyomli sement xossalariga ta’siri

Alyuminiy gidroksid miqdori (%)	Bosimga chidamlilik (MPa)	Egilishga bardoshlilik (MPa)	Suvga turg‘unlik (%)	Issiqlikka bardoshlilik (°C)	G‘ovaklik (%)
Nazorat namunasi	41.2	6.8	88	850	16.5
3	44.7	7.2	91	910	14.8
5	47.9	7.9	94	980	13.2
7	46.1	7.4	92	940	13.9
10	43.5	6.9	90	900	15.1

Yuqoridagi 1-jadvalda keltirilgan ma'lumotlar asosida alyuminiy gidroksidli quyqaning glinozyomli sement xossalariga ta'siri batafsil tahlil qilindi. Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, sement tarkibiga alyuminiy gidroksidli qo‘shimcha kiritilishi uning fizik-mexanik xossalarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Ayniqsa 5% miqdordagi qo‘shimcha eng samarali natijani bergan — bosimga chidamlilik 47,9 MPa gacha, egilishga bardoshlilik esa 7,9 MPa gacha oshgan. Shu bilan birga, suvga turg‘unlik darajasi 94% ga yetgan va bu nazorat namunasi bilan solishtirganda 6% ga yuqori ko‘rsatkichni tashkil etadi. Issiqlikka bardoshlilikning 980°C gacha ortgani esa alyuminiy gidroksidli qo‘shimchaning sement tarkibida termal barqaror fazalarning shakllanishiga sabab bo‘lishini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, 5% miqdorda qo‘shilganda g‘ovaklik 16,5% dan 13,2% gacha kamaygan bo‘lib, bu materialning zichligi va mustahkamligining ortishiga olib keladi. Biroq qo‘shimcha miqdori 7% va undan yuqori bo‘lganda sement xossalarining biroz pasayishi kuzatilgan. Bu holat alyuminiy gidroksidning ortiqcha miqdori natijasida gidratatsiya jarayonining buzilishi va ortiqcha amorf fazalarning paydo bo‘lishi bilan bog‘liq. Shunday qilib, jadval ma'lumotlari alyuminiy gidroksidli quyqani 5% miqdorda kiritish glinozyomli sement uchun optimal texnologik yechim ekanligini tasdiqlaydi

Xulosa. Tadqiqot natijalari alyuminiy gidroksidli quyqaning glinozyomli sementning fizik-mexanik va mikrostrukturaviy xossalariga ijobiy ta'sir ko‘rsatishini tasdiqladi. O‘tkazilgan tajribalar shuni ko‘rsatdiki, sement tarkibiga alyuminiy gidroksidli qo‘shimchani 5% miqdorda kiritish optimal natijalarni beradi. Bunday nisbatda sementning bosimga chidamliligi, egilishga bardoshliligi, issiqlikka va suvga turg‘unligi oshadi. Rentgenostruktur va

mikroskopik tahlillar sement tarkibida kristall fazalarning faol hosil bo‘lishini hamda g‘ovaklik darajasining kamayishini ko‘rsatdi. Alyuminiy gidroksidli qo‘shimcha sementning gidratatsiya jarayonini barqarorlashtirib, uning issiqlikka bardoshliligini 10–15% ga, suvga chidamliligini esa 12% ga oshirgan. Termogravimetrik tahlil natijalari esa sement tarkibining termal barqarorligi yuqori ekanligini tasdiqladi. Bularning barchasi alyuminiy gidroksidli quyqaning glinozyomli sement uchun samarali modifikator ekanini ko‘rsatadi. Ushbu natijalar sanoat chiqindilarini qayta ishlash orqali energiya tejamkor, ekologik toza va yuqori sifatli sement ishlab chiqarish texnologiyalarini yaratish imkonini beradi. Shu asosda aytish mumkinki, alyuminiy gidroksidli quyqani sement ishlab chiqarishda qo‘llash nafaqat iqtisodiy samaradorlikni, balki ekologik barqarorlikni ham ta’minlovchi istiqbolli yo‘nalishdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov, S. A., va Raximov, N. T. (2021). Glinozyomli sement ishlab chiqarishda mineral qo‘shimchalarning ta’siri. Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti.
2. Mamatov, A. N. (2020). Alyuminiy gidroksidning gidratatsiya jarayoniga ta’siri. O‘zbekiston kimyo jurnali, №3, 45–52.
3. Petrov, I. V., va Ivanova, O. N. (2019). Hydration processes in alumina cement with aluminum hydroxide admixtures. Construction Materials Science, 12(4), 233–240.
4. Xudoyberdiyev, B. M. (2022). Sementning issiqlikka bardoshliligini oshirishda texnologik usullar. Toshkent kimyo-texnologiya instituti ilmiy axboroti, №6, 87–95.
5. Zhang, L., va Wang, J. (2021). Influence of aluminum hydroxide on phase composition and strength of alumina cements. Cement and Concrete Research, 148, 106–115.