ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME -12

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 12

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

GIDROFOB BETON MATERIALLARINING OLINISH TEXNOLOGIYASI

Imamov Suxrob Solexovich
Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti
Ilhomov Javohir In'omjonovich
Buxoro davlat texnika universiteti talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada gidrofob beton materiallarining olinishi, ularning tarkibi, sement gidratatsiyasi jarayonlari hamda gidrofob qo'shimchalarning betonning fizik-mexanik xossalariga ta'siri tahlil qilingan. Beton tarkibiga kremniyorganik moddalar, gidrofobizatorlar va mineral qo'shimchalar kiritish orqali suv shimuvchanlikni kamaytirish, sovuqqa chidamlilikni oshirish hamda uzoq muddatli mustahkamlikni yaxshilash imkoniyatlari o'rganildi. Shuningdek, sement klinkerining mineral tarkibi va gidratatsiya jarayonining beton qotishiga ta'siri yoritilgan. Tadqiqot natijalari gidrofob betonlarning gidrotexnika inshootlari, transport qurilishi va nam muhitda ishlatiladigan konstruksiyalar uchun samarali material ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: gidrofob beton, sement gidratatsiyasi, suv shimuvchanlik, gidrofobizator, beton mustahkamligi, klinker, mineral qo'shimcha.

Аннотация. В статье рассмотрены технологии получения гидрофобных бетонных материалов, процессы гидратации цемента и влияние гидрофобных добавок на физико-механические свойства бетона. Исследованы возможности снижения водопоглощения, повышения морозостойкости и долговечности бетона за счёт введения кремнийорганических соединений и минеральных добавок. Освещены процессы формирования структуры цементного камня и роль минералогического состава клинкера. Показано, что гидрофобные бетоны являются эффективными материалами для гидротехнических сооружений и конструкций, эксплуатируемых во влажной среде.

Ключевые слова: гидрофобный бетон, гидратация цемента, водопоглощение, гидрофобизатор, прочность бетона, клинкер, минеральные добавки.

Abstract. This article discusses the technology of producing hydrophobic concrete materials, cement hydration processes, and the influence of hydrophobic additives on the physical and mechanical properties of concrete. The possibilities of reducing water absorption, increasing frost resistance, and improving durability through the use of organosilicon compounds and mineral additives were investigated. The role of clinker mineral composition and hydration mechanisms in concrete hardening is also described. The obtained results show that

hydrophobic concrete materials are highly effective for hydraulic structures and constructions operating in humid environments.

Keywords: hydrophobic concrete, cement hydration, water absorption, hydrophobic additive, concrete strength, clinker, mineral additive.

KIRISH.

Qurilish sanoati rivojlanib borayotgan hozirgi davrda bino va inshootlarning mustahkamligi hamda uzoq muddat xizmat qilishi asosiy talablardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, namlik yuqori bo‘lgan hududlarda qurilgan konstruksiyalarda suv ta’sirida emirilish, armaturalarning zanglashi va betonning ichki tuzilishida yoriqlar hosil bo‘lishi kabi muammolar tez-tez uchraydi. Shu sababli suv ta’siriga chidamli qurilish materiallarini yaratish muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etmoqda. Bunday materiallar ichida gidrofob beton alohida o‘rin egallaydi.

Gidrofob beton oddiy betonga nisbatan suvni kam singdirishi bilan ajralib turadi. Uning tarkibiga maxsus gidrofob qo‘shimchalar kiritilishi natijasida betonning kapillyar g‘ovaklari kamayadi va suvning ichki qatlamlarga kirib borishi cheklanadi. Natijada betonning xizmat muddati uzayadi, sovuqqa chidamliligi ortadi hamda agressiv muhitlarga bardoshliligi yaxshilanadi. So‘nggi yillarda gidrofob betonlardan gidrotexnika inshootlari, ko‘priklar, yo‘l qoplamalari, er osti qurilmalari va sanoat obyektlari qurilishida keng foydalanilmoqda.

Betonning gidrofob xususiyatlarini oshirish uchun turli kimyoviy modifikatorlar va polimer qo‘shimchalardan foydalaniladi. Ular sement zarralari bilan o‘zaro ta’sirlashib, beton tarkibida suvni qaytaruvchi himoya qatlam hosil qiladi. Shu orqali betonning suv shimuvchanligi keskin kamayadi va mexanik xossalari yaxshilanadi. Zamonaviy qurilish texnologiyalarida bunday betonlarning qo‘llanilishi iqtisodiy samaradorlikni oshirish bilan birga, inshootlarning ishonchliligini ham ta’minlaydi.

Quyidagi rasmda suv ta’siriga uchragan oddiy beton va gidrofob betonning tuzilishidagi farqlar ko‘rsatilgan.

ASOSIY QISM. Beton qurilishda eng ko‘p ishlatiladigan sun’iy tosh material hisoblanadi. U sement, suv, qum va shag‘alning ma’lum nisbatda aralashtirilishi natijasida hosil qilinadi. Oddiy betonning asosiy kamchiligi uning kapillyar-g‘ovak tuzilishga ega ekanligidir. Aynan shu g‘ovaklar orqali suv beton ichiga kiradi va vaqt o‘tishi bilan konstruksiyaning emirilishiga olib keladi. Namlikning beton ichiga kirishi qishda muzlash-erish jarayonlarini kuchaytiradi, natijada ichki bosim ortib, mikro yoriqlar paydo bo‘ladi. Bu holat betonning mustahkamligini pasaytiradi.

ISSN 3030-3907

Gidrofob beton olish texnologiyasida asosiy e’tibor betonning suv o‘tkazuvchanligini kamaytirishga qaratiladi. Buning uchun beton tarkibiga maxsus gidrofoblashtiruvchi moddalar qo‘shiladi. Ushbu moddalar sement zarralari atrofida yupqa himoya qatlam hosil qilib, kapillyar kanallarni yopadi. Natijada suv beton ichiga chuqur kirib bora olmaydi. Gidrofobizator sifatida ko‘pincha suyuq shisha, kremniyorganik birikmalar, stearatlar, siloksan emulsiyalari va turli polimer qo‘shimchalardan foydalaniladi.

Gidrofob beton ishlab chiqarish jarayoni xomashyolarni tayyorlashdan boshlanadi. Dastlab sementning faolligi, qumning tarkibi va shag‘alning mustahkamligi laboratoriya sharoitida tekshiriladi. Beton tarkibida ishlatiladigan suv tarkibida zararli tuzlar va organik aralashmalar bo‘lmasligi kerak. Chunki bunday moddalar sementning normal qotishiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Gidrofob qo‘shimchalar esa ma’lum konsentratsiyada eritma holatiga keltirilib, beton qorishmasiga qo‘shiladi.

Beton qorishmasini tayyorlash jarayonida avvalo quruq komponentlar aralashtiriladi. Shundan keyin suv va gidrofob qo‘shimcha qo‘shiladi. Aralashtirish davomida barcha komponentlarning bir tekis taqsimlanishi muhim hisoblanadi. Agar qo‘shimcha beton tarkibida bir xil taqsimlanmasa, tayyor mahsulotning sifat ko‘rsatkichlari pasayadi. Tayyorlangan qorishma maxsus qoliplarga joylashtirilib, vibratsion usulda zichlanadi. Vibratsiya natijasida beton tarkibidagi ortiqcha havo chiqarib yuboriladi va materialning zichligi oshadi.

Quyidagi rasmda gidrofob beton tayyorlash jarayonidagi texnologik uskunalar tasvirlangan.



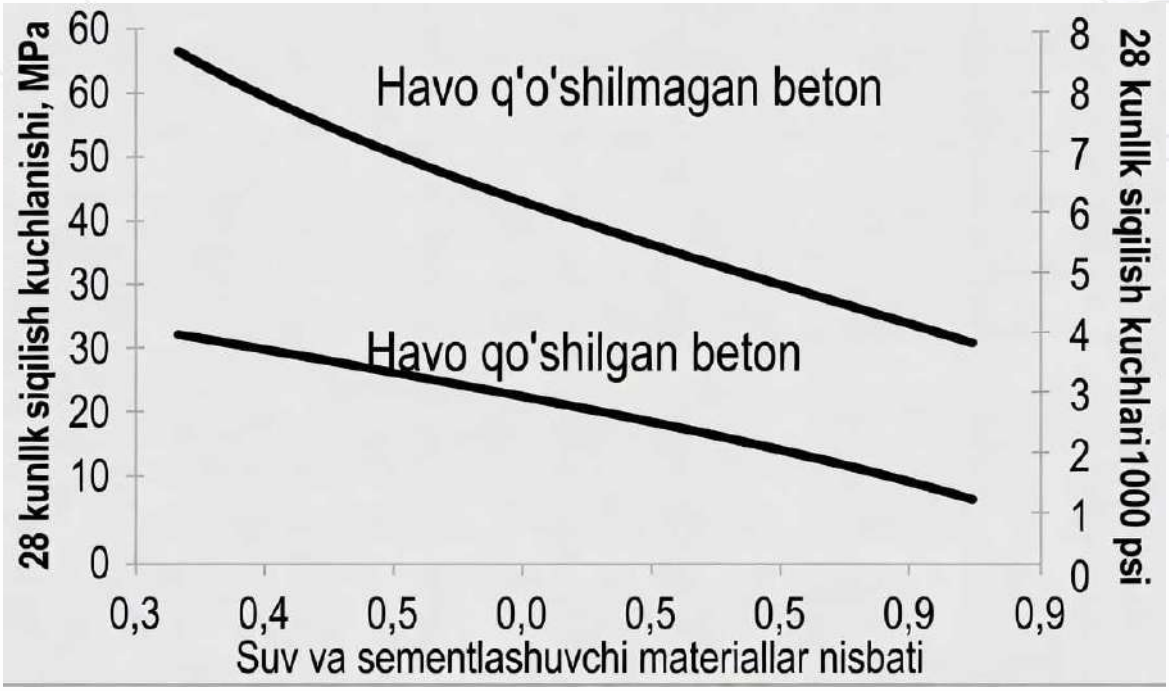
1-rasm. Gidrofob betonning mikrostrukturasi va suvni qaytarish mexanizmi

Gidrofob betonning fizik-mexanik xususiyatlari oddiy betonga nisbatan ancha yuqori bo‘ladi. Tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, gidrofob qo‘shimchalar qo‘shilgan betonning suv shimuvchanligi bir necha barobar kamayadi. Oddiy

ISSN 3030-3907

betonlarda suv shimuvchanligi o‘rtacha 4–8 foizni tashkil etsa, gidrofob betonlarda bu ko‘rsatkich 1–2 foiz atrofida bo‘ladi. Suvning kam singishi betonning sovuqqa chidamliligini oshiradi va uning xizmat muddatini uzaytiradi.

Bundan tashqari, gidrofob qo‘shimchalar betonning siqilishdagi mustahkamligiga ham ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Beton tarkibidagi g‘ovaklarning kamayishi natijasida material zichlashadi va tashqi yuklamalarga bardosh berish qobiliyati ortadi. Ayniqsa, gidrotexnika inshootlari va ko‘priklarda ishlatiladigan betonlarda bunday xususiyatlar juda muhim hisoblanadi.



2-rasm. Betonning 28 kunlik siqilishda mustahkamligi suv-sement nisbati bilan bog‘liqligi

1-jadval

Quyidagi jadvalda oddiy beton va gidrofob betonning ayrim xossalari taqqoslangan.

Ko‘rsatkich	Oddiy beton	Gidrofob beton
Suv shimuvchanligi	4–8 %	0.5–2 %
Siqilish mustahkamligi	25–30 MPa	35–45 MPa
Sovuqqa chidamliligi	O‘rtacha	Yuqori
Xizmat muddati	30–40 yil	50 yildan ortiq

Gidrofob betonlar amaliyotda juda keng qo‘llaniladi. Suv omborlari, kanallar, tunnel va metro qurilishida betonning namlikka chidamliligi asosiy talab hisoblanadi. Bundan tashqari, avtomobil yo‘llari va aerodrom qoplamalarida ham gidrofob betonlardan foydalanish samarali natija beradi. Chunki bunday qoplamalar atmosfera yog‘inlari ta’sirida kam emiriladi va uzoq muddat xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

2-jadval

Material	Miqdori (kg)	Izoh
Sement	350-400	Portlend CEM I
Qum	650-750	Fraktsiya 0-5 mm
Shag'al	1100-1200	Fraktsiya 5-20 mm
Suv	140-180	W/C = 0,45
Gidrofob qo'shimcha	3,0	Suyuq shisha, Pva, Akril emulsiyasi (sementga nisbatan %)

Bir kubometr gidrofob beton tayyorlash uchun asosiy materiallarning miqdori va tavsiflari quyidagilardan iborat. Sementning miqdori odatda 350–400 kg oralig‘ida olinadi. Portlend tsementining CEM I turi ishlatiladi, chunki u yuqori mustahkamlik va yaxshi gidrofob qo‘shimchalar bilan moslikni ta’minlaydi.

To‘ldirgichlar sifatida qum (fraktsiyasi 0–5 mm) 650–750 kg miqdorda va shag‘al (fraktsiyasi 5–20 mm) 1100–1200 kg miqdorda qo‘shiladi. Ushbu agregatlarning toza va sifatli bo‘lishi betonning mustahkamligi va chidamliligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega.

Suv miqdori 140–180 kg oralig‘ida tanlanadi. Suv-sement nisbati (W/C) 0,45 darajasida saqlanishi tavsiya etiladi. Bu nisbat betonning ishchanligini saqlab, bir vaqtning o‘zida yuqori mustahkamlikka erishish imkonini beradi.

Gidrofob qo‘shimcha sement massasiga nisbatan 3,0 % miqdorda qo‘shiladi. Eng samarali variantlardan biri — Suyuq shisha, Pva va akril emulsiyasi hisoblanadi. Ushbu qo‘shimcha beton massasining ichki kapillyar tuzilishida gidrofob plyonka hosil qilib, suvning kirib kelishini sezilarli darajada kamaytiradi.

Ushbu tarkib M400 markali gidrofob beton olish uchun optimal hisoblanadi. Amalda materiallarning aniq miqdori laboratoriya sinovlari asosida aniqlashtirilishi va loyihaning talablariga mos ravishda tuzatilishi mumkin.

Bugungi kunda ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan samarali gidrofobizatorlarni yaratish bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ayniqsa, mahalliy xomashyolar asosida ishlab chiqarilgan modifikatorlardan foydalanish beton tannarxini kamaytirishga imkon beradi. Shu bilan birga, zamonaviy nanotexnologiyalar asosida ishlab chiqarilayotgan gidrofob qo‘shimchalar betonning mikrostrukturasi va chidamliligini yanada yaxshilamoqda.

Quyidagi rasmda gidrofob beton qo‘llanilgan zamonaviy inshootlar ko‘rsatilgan.

ISSN 3030-3907

XULOSA. Gidrofob beton materiallari zamonaviy qurilish sanoatida muhim ahamiyatga ega bo‘lgan istiqbolli materiallardan biri hisoblanadi. Ularning asosiy afzalligi suvni kam singdirishi va tashqi muhit ta’siriga yuqori darajada chidamliligidadir. Maxsus gidrofob qo‘shimchalardan foydalanish betonning zichligini oshiradi, kapillyar g‘ovaklarini kamaytiradi va natijada materialning mexanik hamda ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilaydi.

O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, gidrofob betonlardan foydalanish qurilish konstruksiyalarining xizmat muddatini sezilarli darajada uzaytiradi. Ayniqsa, namlik yuqori bo‘lgan hududlarda, gidrotexnika inshootlarida va er osti qurilmalarida bunday betonlarning qo‘llanilishi katta iqtisodiy samaradorlik beradi. Shu sababli kelgusida yangi avlod gidrofobizatorlarini yaratish va mahalliy xomashyolar asosida samarali texnologiyalarni ishlab chiqish qurilish materiallari sanoatining dolzarb yo‘nalishlaridan biri bo‘lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Axmedov K.S. Qurilish materiallari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2019.
2. Mirzayev Sh.R. Beton va temirbeton texnologiyasi. – Toshkent, 2021.
3. Neville A.M. Properties of Concrete. – London: Pearson Education, 2018.
4. Mehta P.K., Monteiro P.J.M. Concrete: Microstructure, Properties and Materials. – McGraw-Hill, 2017.
5. Taylor H.F.W. Cement Chemistry. – Thomas Telford Publishing, 1997.
6. Kosmatka S.H. Design and Control of Concrete Mixtures. – Portland Cement Association, 2016.
7. Кудратов Т.А. Цемент технологияси асослари. – Тошкент, 2020.
8. Ramachandran V.S. Concrete Admixtures Handbook. – Noyes Publications, 2015.
9. Siddique R. Special Structural Concretes. – Woodhead Publishing, 2017.
10. Gorchakov G.I. Строительные материалы. – Москва: Стройиздат, 2012.
11. Zhao Y., et al. Study of superhydrophobic concrete with integral hydrophobic modification // Construction and Building Materials. – 2023. – № 378. – P. 131–142.
12. Al-Kheetan M.J., Rahman M.M., Chamberlain D.A. Development of hydrophobic concrete by adding dual-crystalline admixture // Structural Concrete. – 2018. – Vol. 19. – № 5. – P. 1504–1511.
13. Макридин Н.И., Калашников В.И. Технология бетона, строительных изделий и конструкций. – Пенза: ПГУАС, 2014.
14. Гидрофобный цемент и бетон: свойства и технология применения. – СПб.: Ударник, 2021.
15. GOST 12730.5-84. Betonlar. Suv o‘tkazmasligini aniqlash usullari.

ISSN 3030-3907

16. F.F.Raximov.; V.N.Axmedov -Gidrofob qurilish materiallarining olinish texnologiyasi//O‘zbekiston kompozitsion materiallar ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali №3 2020 82-88 b

ISSN 3030-3907