

**ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР
ТАРАҚҚИЁТИ**
**РАЗВИТИЕ НАУКИ И
ТЕХНОЛОГИЙ**



1
2025



Тахририят ҳайъати раиси:

СИДДИҚОВА С.Ғ. –

Бухоро муҳандислик-технология институти ректори

Муовини:

ЮЛДАШЕВ Н.Х. –

БухМТИ илмий ишлар ва инновациялар бўйича проректори

Тахрир ҳайъати:

МУҚИМОВ К.М. – ЎзР ФА академиги (ЎЗМУ)

ЖАЛИЛОВ А.Т. – ЎзР ФА академиги (Тошкент кимё-технология ИТИ)

НЕГМАТОВ С.Н. – ЎзР ФА академиги (“Фан ва тараққиёт” ДУК)

БАҲОДИРОВ Ғ.А. – т.ф.д., профессор, ЎзР ФА бош илмий котиби

ХАМИДОВ О.Х. – иқтисод фанлари доктори, профессор (БухДУ)

ЖАЛИЛОВ Т.Қ. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (ТКТИ)

МУХТАРОВ Н.Ш. – техника фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтегаз” АЖ)

ТУХСАНОВ Х.А. – иқтисод фанлари доктори (DSc) (“Ўзбекнефтегаз” АЖ)

МАДИЕВ Р.Х. – техника фанлари доктори (DSc) (“Шуртан ГКМ” МЧЖ)

АДИЗОВ Б.З. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х., ЎзРФА УНКИ

ХУРМАМАТОВ А.М. – техника фанлари доктори, профессор, ЎзРФА УНКИ

СОБИРОВА Н.К. – филология фанлари номзоди, доцент, ЎЗМУ

ҒАФУРОВ Д.О. – Бухоро МТИ ёшлар масалалари ва маънавий-маърифий ишлар бўйича биринчи проректори ф.ф.ф.д (PhD)

ҚУРБОНОВ Ж.М. – техника фанлари доктори, профессор (Самарқанд ИСИ)

САИДОВ С.Б. – Бухоро МТИ молия ва иқтисод ишлари бўйича проректори

ШАРИПОВ М.З. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

АСТАНОВ С.Х. – физика-математика фанлари доктори, профессор

РАХМОНОВ Х.Қ. – техника фанлари доктори, профессор

ВОХИДОВ М.М. – техника фанлари доктори, профессор

ЖЎРАЕВ Х.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

САДУЛЛАЕВ Н.Н. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВ Қ.Х. – техника фанлари доктори, профессор

ФОЗИЛОВ С.Ф. – техника фанлари доктори, профессор

ИСАБАЕВ И.Б. – техника фанлари доктори, профессор

АБДУРАҲМОНОВ О.Р. – техника фанлари доктори, профессор

НИЗОМОВ А.Б. – иқтисод фанлари доктори, профессор

ЖУМАЕВ М.Р. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ЮНУСОВА Г.С. – фалсафа фанлари доктори (DSc), профессор

ЖЎРАЕВА М.М. – филология фанлари доктори (DSc), профессор

ТЎХТАЕВА З.Ш. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.Ж. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ХАЙИТОВ Р.Р. – техника фанлари доктори (DSc), к.и.х.

БОЗОРОВ Ғ.Р. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

БОЛТАЕВ З.И. – физика-математика фанлари доктори (DSc), профессор

ОЛТИЕВ А.Т. – техника фанлари доктори, (DSc)

ЖАЛИЛОВ Р.Б. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАХМУДОВ М.И. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

МАЖИДОВА Н.Қ. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

АХМЕДОВ В.Н. – кимё фанлари номзоди, профессор

МАХМУДОВ Р.А. – техника фанлари доктори (DSc), профессор

ПУЛАТОВА М.И. – физика-математика фанлари номзоди, профессор

Бош муҳаррир:

ДЎСТОВ Ҳ.Б. – кимё фанлари доктори, профессор

Муҳаррирлар:

БАРАКАЕВА Д.Ф., ОРТИҚОВА С.Ж., ИСТАМОВА Г.Х.

Мусахҳишлар:

БОЛТАЕВА З.З., АРТИКОВА М.М.

ФАН ВА ТЕХНОЛОГИЯЛАР ТАРАҚҚИЁТИ

ИЛМИЙ – ТЕХНИКАВИЙ ЖУРНАЛ

РАЗВИТИЕ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

НАУЧНО – ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Журнал Ўзбекистон матбуот ва ахборот агентлиги Бухоро вилояти бошқармасида 2014 йил 22-сентябрда № 05-066-сонли гувоҳнома билан рўйхатга олинган

Муассис:

Бухоро муҳандислик-технология институти

Журнал Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги ОАК Раёсатининг 2017 йил 29-мартдаги №239/5-сонли қарори билан диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига киритилган. 2019 йилда Ўзбекистон Республикаси ОАК Раёсатининг қарорлари билан қайта рўйхатдан ўтказилган.

Тахририят манзили:
200100, Бухоро шаҳри, Қ. Муртазоев кўчаси, 15-уй, Бухоро муҳандислик-технология институти
Тел: 0(365) 223-92-40
Факс: 0(365) 223-78-84
Электрон манзил:
E-mail: fantt_jurnal@umail.uz

Журналнинг тўлиқ электрон варианты билан
<https://journal.bmti.uz/>
сайти орқали танишиш мумкин.

Ушбу журналда чоп этилган материаллар тахририятнинг ёзма рухсатисиз тўлиқ ёки қисман чоп этилиши мумкин эмас. Тахририятнинг фикри муаллифлар фикри билан ҳар доим ҳам мос тушмаслиги мумкин. Журналда ёритилган материалларнинг ҳаққонийлиги учун мақолаларнинг муаллифлари ва реклама берувчилар масъулдирлар.

МУНДАРИЖА - СОДЕРЖАНИЕ – CONTENT

ТЕХНИКА, ТЕХНОЛОГИЯ ВА ЖИҲОЗЛАР	
Бибутов Н.С., Хожиев А.Х., Ҳабибов Ф.Ю. Балкани эгилишга синаш	4
Ataullayev Sh.N., To‘raqulova M.Q., Boboqulov F.B., Xamidov D.G‘. Neft va gaz zavodlaridan chiqayotgan mash‘ala gazlarini qayta ishlash texnologiyalasini takomillashtirish . . .	11
Xamzayev A.A., Xaydarov Sh.B., Usmonov M.Z., Niyetbaev A.D. Karyer bir cho‘michli ekskavatorlarining ish rejimlarini optimallashtirish	18
Ismailov M.A., Mannobjonov B.Z. Suv tozalash jarayonida mikroorganizmlarga ta‘sir qiluvchi asosiy faktorlar	24
Чулиев У.Х., Амонов М.Р. Разработка состава буровых растворов и изучение их реологических и эксплуатационных свойств	32
Sharibayev N.Y., Ibragimov A.T. Ipak salmog‘ini oshirish uchun ipak qurtlarini parvarishlashning zamonaviy yechimlari	35
Мухамедбаев А.А. Влажностные характеристики автоклавного газобетона	39
Jo‘rayev F.O‘., Umedova U.X., Axmedov Y.H., Mardonova S.M. Plug osti tovonini yumshatadigan chuquryumshatkich qurilmasining murakkab sirtli ishchi organining dala tajriba tadqiqotlari natijalari.	45
КИМЁ ВА КИМЁВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР	
Фозилов С.Ф., Зоирова А.И., Фозилов Ҳ.С. Табиий газдан МТО (метанолдан олефин) технологияси асосида қуйи олефинар олиш	50
Atoyev E.X., Sharipova N.O‘. Adgeziya xossalarini oxirgi plazmali mustahkamlash usulidan foydalanib o‘rganish	57
Eshdavlatova G.E., Kamolov L.S. Tabiiy gazlarni nordon komponentlardan aminli tozalashda ko‘piklanish sabablari va uning intensivligiga ta‘sir etuvchi omillar	61
Умурова Ш.Ш., Амонов М.Р., Амонова М.М. Изучение текстурных характеристик бентонитовых материалов	64
Axmedova Sh.U., Axmedova O.B. Gazlarni absorbsion tozalashda samarali absorbent kompozitsiyalar yaratish	68
Ataqulova D.D. Neft-gaz-suv muhiti korroziyasida aminonitrilli (MAD tipli) ingibitorlarning samaradorligini o‘rganish	72
Bobokulova M.Sh., Xodjamkulov S.Z. Effect of various factors on the synthesis of ion-exchange membranes and IR-spectral description of their structure with a fure converter . . .	78
To‘raqulova M.Q., Boboqulov F.B., Temirov A.H. “Vodorod sulfidi saqlagan nordon gazlarni utilizatsiyalashning samarali texnologiyasini ishlab chiqish”	84
Abdukarimov M.M., Maxmudov N.N., Yodgorov N. Gazkondensat konlarini ishlatishni sa-maradorligini oshirishda organik aminlar asosidagi korroziya ingibitorining ta‘sirini tadqiq etish	91
Abdukarimov M.M., Maxmudov N.N., Yodgorov N. Magistral neft va gaz quvurlarini vodorod sulfidli korroziyasiga ingibitorlarni ta‘sirini tadqiq etish	95
Tursunova F.J., Amonov M.R. Sanoat katalizatorlari chiqindilarini qayta ishlash	99
Муҳиддинов Б.Ф., Джалилов А.Т., Исроилов О.И., Ширинов Ш.Д. Сравнительный анализ набухаемости гидрогелей синтезированных на основе карбоксиметилцеллюлозы	105
Choriyev A.U., Mirzayeva S.K., Normurodov I.O‘., Izbasarova G.Sh. 4-xlorfenilxlor-atsetat asosida nukleofil almashinish reaksiyalarini tadqiq qilish.	110

МАШИНАСОЗЛИК ВА ЭНЕРГЕТИКА

Жалилов Р.Б., Караев А.Т., Камалов У.У. Исследование модернизации котельной АО «Бухараэнергомарказ»	117
Berdiev D.M., Abdullaev B.K., Abdullaev A.X., Kuziyev G.Sh. Yeyilishbardosh qoplama qoplash jarayonining termodinamik ko'rsatkichlarini hisoblash	125
Maxmudov M.I., Timirov X.N. Oqova suvda erigan kislorodni optik usulda o'lchashning afzalliklari	131
Muzaffarov F.F. Vertikal o'qli shamol energetik qurilmasining yurgizish momentini oshirishning ilmiy-texnik tadqiqoti	135
Mirzayev Sh.M., Hakimova S.Sh., Qodirov J.R. Qovunlarni quritishda quyosh radiatsiyasi va tabiiy vakuumli dastlabki ishlov berish	145
Makhmudov M.I., Mamirov U.F., Nurov S.S. Treatment plants increasing the energy efficiency of biological by automating measurements of main technological parameters	153
Tog'ayev I.B., Abdullayev Sh.Sh. Reaktiv quvvat manbalari yordamida elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlarini bosqichma-bosqich oshirishda tizimli tahlil olib borish	156
Сафаров А.Б., Пиримов Р.Р., Сайфиддинов Қ.Э. Муқобил энергия манбаларидан электр энергиясини олишда кичик тезликли электр генераторни лойиҳалаш ва динамик режимларини моделлаштириш	164
Kamolov J.J. Panel-nurlanishli isitish tizimini turli izolyatsiya materiallari uchun hisoblash	174
Maxmudov M.I., Sayfiyev H.O., Nurov S.S. Fotoelektrik batareyalar energetik parameterlarini monitoring qilish uchun quyosh intensivligini kuzatish qurilmasi tayyorlash	178
Tovboyev A.N., Tog'ayev I.B. Reaktiv quvvat manbalarini o'rnatish natijasida elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlarini oshirishning baholash usullari	183
Barakayev N.R., Narziyev M.S., Talabov M.D., Jo'raqulova M.O. Inkubatsiyalash jarayonida parranda tuxumlarini o'z o'qi atrofida aylantirish uchun sarflanadigan energiyani aniqlash .	191

ИНФОРМАТИКА ВА АХБОРОТ – КОММУНИКАЦИОН ТИЗИМЛАР

Жураев З.Б., Курбонов М.У., Абдувохидов Х.Ш. Современное состояние цифровой образовательной системы высшего образования в республике Узбекистан	196
Курбанов Ж.М., Курбанова М.Ж., Холтураев Х.К. Разработка математической модели изменения структурно-механических свойств плодов и овощей в процессе сушки.	201

ОЗИҚ-ОВҚАТ САНОАТИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

Sharipov N.Z. Olcha danagining fizik xossalarini tadqiq qilish	207
Sabirov U.K., Oqilov A. Sut mahsulotlarini saqlashning mikroiklim parametrlarini intellektual boshqarish tizimini ishlab chiqish	211
Oltiyev A.T., Haydarova M.F. Tsukat ishlab chiqarish texnologiyasidagi an'anaviy shakar xom ashyosini, novvot ishlab chiqarish texnologiyasining qoldiq siropiga almashtirish	220
Атамуратова Т.И., Ахмедова М.Б. Способы приготовления бездрожжевого хлеба . . .	225
Хаитов Р.А., Ахмедова М.Б. Применение муки из соевого жмыха для улучшения белкового состава хлеба	229
Рахмонов К.С., Атамуратова Т.И. Антибактерицидная активность настоев из пряно-ароматического растительного сырья	233
Эрматов О.С. Қишлоқ хўжалик маҳсулотларини қайта ишлаш миницеҳи.	240
Barakayev N.R., Uzoqov Y.A., Sadullayev S.X., Xolmuradov B.B., Axmedov A.G'. Respublikamizda ekilayotgan bug'doy don navlarini tahlil etish	247
Ибрагимов Р.Р., Нарзиев М.С., Кулдошева Ф.С., Шарипов Н.З. Разработка плана эксперимента процесса стерилизации плодов и овощей	252

ТЎҚИМАЧИЛИК ВА ЕНГИЛ САНОАТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

Muhammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imi shikastlangan oyoq panjalari uchun ortopedik poyabzal va ortezlarning konstruktiv tahlillari	259
Ataxanov A.K., Azizov I.R., Odilxonova N.O. Tiklangan tolalardan mexanik texnologiyada notoqima matolar tayyorlash imkoniyatlari	267
Muhammedova M.O. Boldir-tovon bo'g'imidagi shikastlanishlarda tadqiqotchilar tomonidan taklif etilgan ortopedik yechimlar tahlili.	272
Do'stova F.X. Tikuv mashinasining taklif etilgan friksion muftasi konstruksiyasi vazifasi va ish tamoyillari.	275
Мардонов С.Э. Определение уработки нитей ворсовой основы при формировании коврового изделия.	279
Бebuтова Н.Н. Ёзги махсус кийимларни тайёрлашда қўлланиладиган талабларни шакллантириш	284
Kurbanov F.A., Zarifova M.B. Jin arra tishlari ishchi yuzasiga ta'sir qiluvchi kuchlar	290
Хамроева М.Ф., Мухамеджанова С.Ф., Туйчиев Т.О. Турли конструкциядаги козиқчали-планкали барабанларнинг ифлосликларни ажралиш жараёнига таъсири . . .	293
Парпиев А., Наврузов Н., Ахмедов К., Якубов К. Ишчи камерадаги пахтанинг дастлабки оқим ҳаракати динамикаси.	299
Ibrohimov I., Obidov A. Takomillashtirilgan toshtutgich kamerasida harakatlanayotgan paxta bo'lakchasining shikastlanish holatini tadqiq qilish.	303
Хамроева М.Ф., Мухамеджанова С.Ф., Туйчиев Т.О. Турли конструкциядаги козиқчали-планкали барабанларнинг тозалаш самарадорлигига таъсири	310
Турдиев Б.Э., Росулов Р.Х., Райимкулов Ж.К., Пардаев Б.Ч. Пахта чигити элеваторида тасмали лентанинг тажрибавий изланишлари.	315
Жуманиязов Қ., Саломов А. Пневмомеханик йигирув жараёнини такомиллаштирилган самарали технологиясини ишлаб чиқаришга қаратилган илмий тадқиқот ишлари таҳлили	319
Muhammedova M.O., Barnoyev B.E. Xromlangan charm tarkibini tahlil qilish va charm chiqindilarini qayta ishlash usullari	328
АНИҚ ВА ИЖТИМОИЙ-ИҚТИСОДИЙ ФАНЛАР	
Мустақимова Қ.С. Александр Сергеевич Пушкин ва ўзбек адабиёти	333
Цай И.К. Непрерывное образование библиотечных специалистов Республики Узбекистан	336
Mirzayev Sh.R., Eshchanov Sh.A. Issiq-quruq iqlim sharoitida sanoat usullaridan foydalgan holda o'rta qavatli turar-joy binolarini loyihalashning tamoyillari: Buxoro shahri misolida	343
Xasanova S.Q. Fe'l nisbatlari tarjimai muammolari va yechimlari	348

УДК 666.973.6

ВЛАЖНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

Мухамедбаев А.А.

Ташкентский архитектурно-строительный университет.

Аннотация. В статье приводятся результаты исследования водо- и влагопоглощения автоклавного газобетона. Определены значения этих показателей в массовом и объемном эквиваленте. В исследовании использовались газобетонные образцы автоклавного твердения со средней плотностью $D 500$.

Ключевые слова: газобетон, средняя плотность, влагопоглощение, водопоглощение.

MOISTURE CHARACTERISTICS OF AUTOCLAVED AERATED CONCRETE

Mukhamedbaev A.A.

Tashkent university of architecture and civil engineering.

Annotation. The article presents the results of research of water and moisture absorption of autoclaved aerated concrete. The values of these indices in mass and volume equivalent are determined. Autoclaved aerated concrete samples with average density $D 500$ were used in the study.

Key words: aerated concrete, average density, moisture absorption, water absorption.

AVTOKLAV GAZBETONINING NAMLIK XUSUSIYATLARI

Muxamedbayev A.A.

Toshkent arxitektura-qurilish universiteti.

Annotatsiya. Maqolada avtoklav gazbetonining suv va namlikni yutishini o'rganish natijalari keltirilgan. Ushbu ko'rsatkichlarning qiymatlari massa va hajm ekvivalentida aniqlangan. Tadqiqotda o'rtacha zichligi $D 500$ bo'lgan avtoklavda qotirilgan gazbeton namunalari ishlatilgan.

Kalit so'zlar: gazbeton, o'rtacha zichlik, namlikni yutish, suvni yutish.

Введение. Современное гражданское и промышленное строительство одно- и многоэтажных зданий связано с применением строительных материалов, изделий и конструкций различного предназначения. Большинство материалов строительного назначения имеют свойства многофункционального характера. Наибольшую популярность имеют ячеистые бетоны имеющие поризованную структуру с различными соотношениями открытой и закрытой пористости в объеме. Газобетонные блоки автоклавного твердения имеют большой спрос и доверие у строительных компаний при строительстве зданий жилищного назначения. Это связано со множеством положительных факторов, таких как, например: низкой теплопроводностью блоков; возможностью понижения общего веса здания и нагрузки, передаваемой на фундамент; более быстрой скоростью строительства в сравнении при использовании традиционного строительного кирпича; и т.д.

Изменение свойств ячеистых бетонов зависит во многом от средней плотности. Основными исследуемыми свойствами поризованных бетонов являются прочность, пористость, средняя плотность и теплопроводность. Нужно отметить и немаловажное значение водопоглощающих и адсорбционных характеристик ячеистых бетонов.

Высокая степень пористости является основной характеристикой отвечающая за высокое влагопоглощение автоклавных газобетонов [1]. Водопоглощение происходит в основном через капиллярные и искусственные воздушные поры. Объем капиллярных пор меняется не так сильно, но по мере увеличения объема искусственных воздушных пор средняя длина для миграции воды в материале также увеличивается. Поглощение влаги воздушными порами происходит в результате капиллярного подъема, который можно наблюдать, когда любой пористый материал вступает в контакт с водой [2].

Отмечено [1], что газобетон поглощает большой объем воды из-за высокой пористости и большого дренажного канала. Водопоглощение разделено на два пути: один через капиллярное отверстие (диаметр пор 1 м), а другой через множество вентиляционных отверстий. Несмотря на то, что все капилляры матрицы насыщены водой, вентиляционные отверстия генерируют извилистые пути для увеличения поглощения воды [3].

Авторами научной работы [4] выведена зависимость водопоглощения ячеистого бетона от его средней плотности $500\text{--}600\text{ кг/м}^3$. Установлено, что водопоглощение ячеистого бетона

средней плотностью 500 кг/м³ (D500) по массе составляет 84,4 %, по объему – 41,2 %, ячеистого бетона средней плотностью 600 кг/м³ (D600) – 72 % и 43,4 % соответственно. Через сутки после погружения в воду ячеистый бетон D500 набирает в среднем 75,5 % от полного водопоглощения, ячеистый бетон D600 – 78,3%. Ячеистый бетон автоклавного твердения, изготовленный с использованием золы-уноса, достигает полного водопоглощения через семь недель испытаний. Разница в водопоглощении между ячеистым бетоном со средней плотностью 500 кг/м³ и 600 кг/м³ по массе и объему составляет 17,2 % и 5,3 % соответственно. Закрытая пористость ячеистого бетона D500 составляет 40 %, а D600 — 33,4 %.

Имеются работы и посвященные сравнению пенобетонов с газобетонами по показателю водопоглощения. В одной из таких статей [5] представлен сравнительный анализ водопоглощения неавтоклавных пенобетонов на основе микрокремнезема и автоклавных газобетонов на основе золы-уноса. Установлено, что водопоглощение по массе пенобетона марки D500 на 19,6 % выше, чем у газобетона той же марки. Открытая пористость, численно равная водопоглощению по объему, также выше у неавтоклавного пенобетона на 30,1 %. Закрытая пористость у автоклавных газобетонов на основе золы-уноса марки D500 на 53,9 % выше по сравнению с неавтоклавным пенобетоном той же марки. Получены зависимости открытой и закрытой пористости ячеистых бетонов на основе техногенного сырья от их средней плотности. Установлено, что водопоглощение, открытая и закрытая пористость ячеистых бетонов при одинаковой средней плотности зависят от вида заполнителя и от условий твердения.

Представлены результаты исследования влияния добавок шлама карбоната кальция на физико-механические свойства автоклавного газобетона. Водопоглощение по массе автоклавных газобетонных образцов средней плотностью D 500 и D 600 составляла в пределах 61,1-73,23% [6].

С целью уменьшения показателей водопоглощения некоторые исследователи предлагают использовать компоненты имеющих с минимальными впитыванием жидкости. Например, авторами статьи [7] с целью уменьшения водопоглощения автоклавного газобетона предложено использовать микрокремнезем, цеолит и гранулированный доменный шлак. Что наиболее важно, водопоглощение образцов, содержащих микрокремнезем, цеолит и гранулированный доменный шлак, снизилось на 50, 45 и 35 % соответственно.

Для снижения водопоглощения автоклавного ячеистого бетона добавляли три типа водоотталкивающих добавок [8]: триметилсиланолат калия, стеарат кальция и полимер на основе силоксана. Испытания показали, что среди трех типов водоотталкивающих добавок наилучшим является добавление полимера на основе силоксана, и рекомендуется содержание (по массе) 0,4 - 0,8 %.

Сорбционная влажность наряду с теплопроводностью является важнейшим теплотехническим показателем строительных материалов, так как она в значительной мере определяет ход процессов тепло- и влагопереноса через наружные ограждающие конструкции зданий, а, следовательно, и теплотехнические свойства этих конструкций. Анализ полученных результатов показал [9], что сорбционная влажность всех исследованных материалов увеличивается при уменьшении температуре от +35 °С до -10,4 °С. Отмечено [10], что увлажнение ячеистых бетонов парообразной влагой происходит в основном за счет явления полимолекулярной адсорбции.

Равновесная сорбционная влажность ячеистого бетона определялась в искусственно созданных паровоздушных средах, имеющих относительную влажность воздуха 80% и 97% при температуре 20 °С [11]. Равновесная сорбционная влажность ячеистого бетона определялась для различных марки изделий по средней плотности, заявленных производителем. Установлено, что равновесная сорбционная влажность материалов при относительной влажности воздуха, равной 80% и 97%, обнаруживает заметные отличия.

Рассматривалось 2 режима увлажнения капиллярная пропитка, когда нижняя поверхность образца касалась поверхности воды, и сорбционное увлажнение – образец находился над поверхностью воды [12]. Экспериментальные профили влажности были обработаны по методу Больцмана-Матано, в результате была получена зависимость коэффициента диффузии влаги от влажности. Выявлено, что при сорбционном увлажнении при малых влажностях газобетона коэффициент диффузии принимает небольшие значения, а затем происходит резкий рост до значений порядка 10^{-8} м²/с. При капиллярной пропитке при больших влажностях после протяженного участка плавного роста наблюдается существенное увеличение коэффициента диффузии.

Имеющиеся данные свидетельствуют о том [13], что на объем адсорбированной влаги, помимо плотности, влияли состав сырья, а также производственный процесс. Неавтоклавные бетоны, изготовленные из цемента и летучей золы, показали более высокую сорбционную емкость. Различия также могут быть связаны с выбором параметров автоклавирования. Результаты показали, что содержание влаги в образцах значительно увеличивалось по мере увеличения относительной влажности. Изотермы показали постепенное прогрессирование при значениях относительной влажности ниже 75–85%. Напротив, значительное увеличение содержания влаги произошло в диапазоне влажности от 75–85% до 98%.

В статье [14] имеется ссылка на исследование автоклавного ячеистого бетона на основе песка разных классов плотности (300, 350, 400 и 500 кг/м³) и автоклавного ячеистого бетона на основе летучей золы классов плотности 420 и 580 кг/м³. Исследования проводились при температуре 23 °С и четырех различных уровнях относительной влажности воздуха 33%, 55%, 75% и 98%. По сравнению с ячеистым бетоном на основе песка, ячеистый бетон на основе летучей золы показал более высокое равновесное содержание влаги. Для ячеистого бетона на основе песка содержание влаги уменьшалось с ростом плотности, тогда как для бетона на основе летучей золы наблюдался противоположный эффект.

По окончании сорбционных процессов, были определены значения равновесной сорбции влаги для материалов в 18 индивидуальных температурно-влажностных условиях [15]. Среди всех исследованных материалов наибольшая сорбционная влажность зафиксирована у автоклавного ячеистого бетона при 5 °С и $\phi \approx 98$ %, составившая 25,25 %. Наименьшая равновесная влажность в каждом из рассматриваемых климатов отмечена у керамического кирпича — он характеризуется очень низкой сорбционной способностью, не превышающей 2 %.

На сорбционные характеристики газобетона можно повлиять посредством применения модифицирующих веществ различного генезиса. Отмечено, что сорбционная влажность гидрофобизированного газобетона ниже на 35-40 % [16]. Данное свойство гидрофобизированного газобетона будет способствовать улучшению теплотехнических свойств изделий и конструкций в условиях их эксплуатации.

Исследователи [17] проверили гигроскопические характеристики образцов автоклавного газобетона с различным содержанием соли при различных уровнях влажности. Результаты показали, что равновесное содержание влаги автоклавного газобетона в 0,98–1,25 (0,99–3,68) раза выше в присутствии соли, чем в отсутствие соли при низкой (высокой) относительной влажности (пороговое значение относительной влажности 75,5%).

Цель работы. Исследование влажностных характеристик газобетона автоклавного твердения.

Методика исследований. Для проведения исследований были использованы образцы в виде кубов размерами грани 7,5 см. В испытаниях были использованы газобетоны автоклавного твердения «Arton» (СП ООО «EAST MINING INVEST») со средней плотностью D 500. Первоначально образцы были высушены до постоянной массы при 100 °С в лабораторной сушилке. Далее часть образцов были погружены в воду для максимального

водонасыщения их. Испытания были проведены в лабораторных условиях при температуре 25 °С. Фото образцов приведены на рис.1.



Рисунок – 1. Фото образцов газобетона автоклавного твердения

Для определения адсорбционных показателей другая часть образцов были помещены в камеру хранения, где они были положены на поверхность металлической решетки, находящуюся над водой. Температура воздушной среды в камере составляло 20-25 °С. Влажность среды хранения составляло 85-95%. Далее через определенные промежутки времени производились повторные взвешивание образцов.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты исследований приведены в виде средних значений из 6 отдельных образцов на ниже приведенных рисунках. Как оказалось водопоглощение газобетонных образцов к 24 часам составляло по массе 67,93 % и объему 38,84 % (рис.2). При этом самое большое количество воды пористой структурой газобетона впитывалось первые 60 минут. Среднее значение разницы между массовой и объемной влажностью составляло 23,65-29,08 %.

На рис. 3 приводится количественное среднее значение поглощенной воды объемом 1 см³ газобетона в зависимости от продолжительности хранения образцов в воде. Как видно из графика количество поглощенной воды 1 см³ объемом газобетона первые часы имеет более широкий интервал варьирования, которое сужается с увеличением продолжительности процесса водопоглощения.

Измерения в 24 часовом показали, что 1 см³ объема газобетона автоклавного твердения со средней плотностью D 500 в среднем поглощает воду в количестве 0,39 граммов.

Результаты адсорбции влаги газобетона показали (рис. 4), самое большое количество влаги было поглощено 1 сутки, что связано впитыванием влажного воздуха в основном внешней поверхностью образцов. В дальнейшие темпы поглощения были замедлены, что также наверняка связано все большей и большей трудностью проникновения влаги во внутреннюю пористую структуру газобетона автоклавного твердения. Общее количество адсорбированной влаги в 28 суточном возрасте в среднем составляло – 6,66 %.

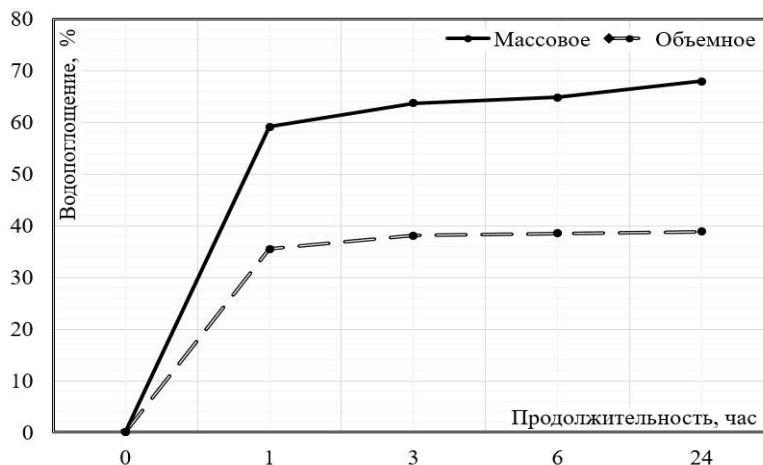


Рисунок 2. Водопоглощение газобетона автоклавного твердения со средней плотностью D 500

Недельные показатели адсорбции влаги по массе оказались следующими, %: 1-неделя – 3,86; 2-неделя – 1,29; 3-неделя – 0,84; 4-неделя – 0,67; 5-неделя – 0,69; 6-неделя – 0,45; 7-неделя – 0,20.

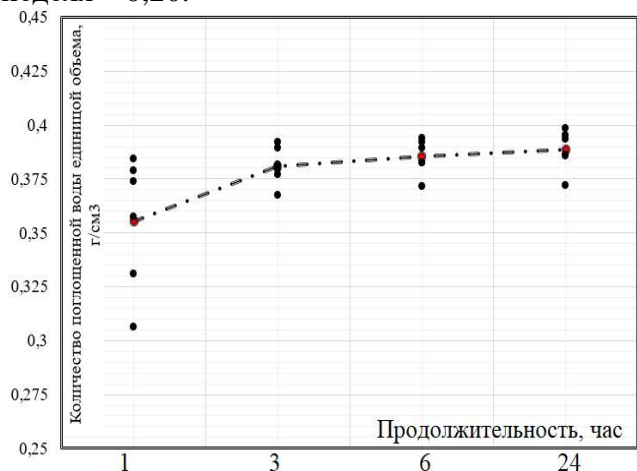


Рисунок 3. Количество поглощенной воды приходящееся на единицу объема

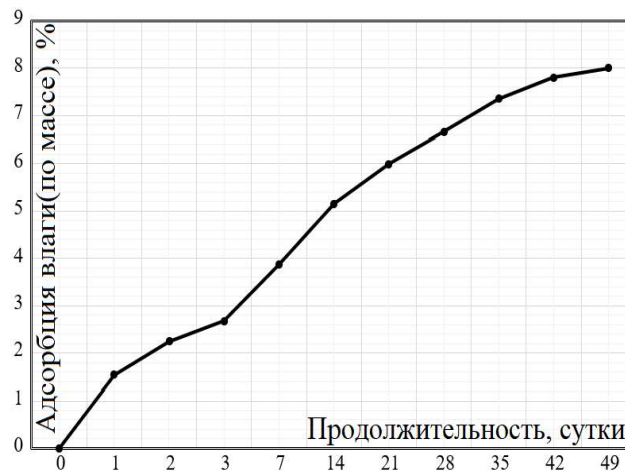


Рисунок 4. Адсорбция влаги газобетоном автоклавного твердения со средней плотностью D 500

Заключение. Таким образом, исследованные нами газобетоны автоклавного твердения со средней плотностью D 500 имели показатели водопоглощения по массе 67,93 % и объему 38,84 %. В течение 24 часов каждым 1 см³ пористой структурой газобетона было поглощено 0,39 граммов воды. Самое большое водопоглощение приходилось на первые часы испытаний. 28 суточное среднее количество адсорбированной влаги образцами газобетона автоклавного твердения составило – 6,66%. При этом еженедельный анализ показал, что самое большое количество влаги адсорбируется на первой неделе.

Список использованной литературы:

1. Jerman M., Keppert M., Výborný J., Černý R. Hygric, thermal and durability properties of autoclaved aerated concrete / Construction and Building Materials, 41, 2013. pp. 352–359. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2012.12.036>
2. Abhilasha Kumar, R., Lakhani R. Et al. Utilization of Solid Waste in the Production of Autoclaved Aerated Concrete and Their Effects on its Physio-mechanical and Microstructural Properties: Alternative Sources, Characterization, and Performance Insights. / Int. J. Concr. Struct. Mater. 17, 6, 2023. <https://doi.org/10.1186/s40069-022-00569-x>
3. Goual M.S., Bali A., de Barquin F., Dheilly R.M., Quéneudec M. Isothermal moisture properties of Clayey Cellular Concretes elaborated from clayey waste, cement and aluminium powder / Cem. Concr. Res. 36, 2006, pp. 1768–1776.
4. Baranova A.A., Chernykh V.A. Water absorption of autoclaved aerated concrete made with the use of fly ash / AIP Conference Proceedings. Conference: SiliconPV 2021, The 11th International Conference on Crystalline Silicon Photovoltaics. August 2022. DOI: [10.1063/5.0091556](https://doi.org/10.1063/5.0091556)
5. Baranova A.A., Chernykh V.A. Water absorption of cellular concretes made on the basis of technogenic raw materials / IOP Conference Series Earth and Environmental Science 751(1):012114. April 2021. DOI: [10.1088/1755-1315/751/1/012114](https://doi.org/10.1088/1755-1315/751/1/012114). https://www.researchgate.net/publication/351385880_Water_absorption_of_cellular_concretes_made_on_the_basis_of_technogenic_raw_materials

6. Легостаева Н.В., Нестерова Т.Ю. Структурно-механические свойства газобетона с добавками шлама карбоната кальция / Вестник ТГАСУ № 1, 2017. С. 155-161. <https://cyberleninka.ru/article/n/strukturno-mehanicheskie-svoystva-gazobetona-s-dobavkami-shlama-karbonata-kaltsiya/viewer>
7. Pachideh G., Gholhaki M. Effect of pozzolanic materials on mechanical properties and water absorption of autoclaved aerated concrete / *Journal of Building Engineering*, July, 2019. DOI: [10.1016/j.jobbe.2019.100856](https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100856)
8. Li S., Qian H., Huang X. and others. Effect of Water Repellent on the Water Absorption Properties of Autoclaved Aerated Concrete / *Jianzhu Cailiao Xuebao / Journal of Building Materials*. December 2017. DOI: [10.3969/j.issn.1007-9629.2017.06.023](https://doi.org/10.3969/j.issn.1007-9629.2017.06.023)
9. Киселёв И.Я. Исследование равновесной сорбционной влажности материалов ограждающих конструкций зданий при температуре -20 °С / Строительные науки № 3, 2018. С. 149-154.
10. Киселёв И.Я. Равновесная сорбционная влажность ячеистых бетонов и ее полимолекулярно-адсорбированная, и капиллярно-конденсированная составляющие / Строительные материалы № 6, 2015. С. 20-22. DOI: <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2015-726-6-20-22>
11. Корниенко С.В., Ватин Н.И., Горшков А.С., Ольшевский В.Я., Пестряков И.И. Эксплуатационная влажность автоклавного газобетона в стеновых конструкциях / Строительство уникальных зданий и сооружений № 8(71), 2018. С. 22-40. DOI: [10.18720/CUBS.71.3](https://doi.org/10.18720/CUBS.71.3) https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/3_Kornienko_71.pdf
12. Стерлягов А.Н. Совместный тепло- и влагоперенос в ограждающих конструкциях зданий из газобетона. Автореф. дисс. на соис. учен. степ. кан. техн. наук. Новосибирск, 2007. 18 с.
13. Garbalińska H., Bochenek M., Stasiak M. Experimental and Modeling Investigations on the Water Sorption Behaviors of Autoclaved Aerated Concrete / *Materials* 14, 2021, 6235. <https://doi.org/10.3390/ma14216235>
14. Garbalińska H., Bochenek M., Malorny W., Werder J. Comparative analysis of the dynamic vapor sorption (DVS) technique and the traditional method for sorption isotherms determination — Exemplified at autoclaved aerated concrete samples of four density classes / *Cement and Concrete Research*, Volume 91, 2017. pp. 97-105
15. Stolarska A., Garbalińska H. Assessment of suitability of some chosen functions for describing of sorption isotherms in building materials / *Heat Mass Transfer* 53, (2017), pp. 1603–1617. <https://doi.org/10.1007/s00231-016-1926-y>
16. Серова Р.Ф., Рахимова Г.М., Ткач С.А., Стасилович Е.А., Русанов А.А. Получение эффективного модифицированного газобетона с использованием отходов промышленности и вторичного сырья / Международный журнал экспериментального образования № 8-1, 2015. С. 41-46. <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=7817>
17. Jian He, Qiong Li, Qinglin Meng, Peng Ren, Shan Li, Haotian Wu. Experimental investigation of the effect of salt on the hygroscopic properties of autoclaved aerated concrete / *Construction and Building Materials*, Volume 370, 2023, 130412.

Мухамедбаев Абдугафур Абдувалиевич – доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент кафедры «Технология строительных материалов и конструкций», Ташкентский архитектурно-строительный университет (ТАСУ), г. Ташкент, Республика Узбекистан