

М.Қ. Құлбек¹, Э. Джаксигельдинова¹

¹Абай атындағы Қазақ Ұлттық педагогикалық университеті. Алматы қ., Қазақстан

ЖЕҢІЛ КЕУЕК ҚАТТЫ МАТЕРИАЛДАРДЫҢ СУСІҢІРГІШТІК ҚАСИЕТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Техникада, технологияда, көптеген өнеркәсіп салаларында кеуек қатты материалдар кеңінен қолданылады. Сондықтан да олардың физикалық қасиеттерін зерттеудің ғылыми-практикалық мәні өте зор. Мақалада жеңіл кеуек қатты материалдардың сусіңіргіштік қасиетін зерттеудің әдіс-тәсілдері мен тәжірибелік жұмыстардың нәтижелері баяндалған. Зерттеу нысаны ретінде судан жеңіл кеуек үлгілер қарастырылып, олардың сусіңіргіштік қасиеттерін жаңа тәжірибелік әдіспен зерттеуді іске асыру үшін қажетті шарттардың математикалық өрнектері келтірілген. Ұсынылған тәжірибелік әдісті қолдануға нақты мысалдар келтірілген. Жүргізілген тәжірибелік жұмыстарда зерттеу нысаны ретінде тығыздықтары $250-800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ аралығында болатын керамзит материалдары қарастырылған. Алынған нәтижелердің ғылыми-практикалық және білім беру саласындағы маңызы көрсетілген.

Түйін сөздер: Кеуек материалдар, сусіңіргіштік, өрнектер, үлгілер, қосымша жүк, керамзит, тәжірибе.

Аннотация

М.К. Кулбек¹, Э. Джаксигельдинова¹

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, г. Алматы, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОПОГЛОЩАЮЩИХ СВОЙСТВ ЛЕГКИХ ПОРИСТЫХ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

В технике, технологии и в различных отраслях промышленности широко используются различные пористые твердые материалы. Поэтому изучение их физических свойств имеет важное научно-практическое значение. В статье изложены методы определения и результаты экспериментальных работ по исследованию водопоглощающих свойств легких пористых материалов. В качестве объектов исследования рассмотрены легкие пористые материалы, плотность которых меньше чем воды. Приведены математические расчетные условия по применению нового экспериментального метода для изучения таких легких пористых материалов.

Приведены конкретные примеры по применению предложенного экспериментального метода. В проведенных экспериментальных работах в качестве объектов исследования были приняты керамзитовые материалы, плотность которых колеблется в пределах $250-800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$. Показаны научно-практическое и образовательное значения полученных результатов.

Ключевые слова: Пористые, материалы, водопоглощение, формулы, образцы, дополнительные грузы, керамзит, эксперимент.

Abstract

STUDY OF WATER-ABSORBING PROPERTIES OF LIGHT POROUS SOLID MATERIALS

Kulbek M.K.¹, Dzhasigeldinova E.¹

¹Kazakh National Pedagogical University Abai, Almaty, Kazakhstan

Various porous solid materials are widely used in engineering, technology, and various industries; therefore, the study of their physical properties is of great scientific and practical importance. The article describes the methods for determining and the results of experimental work on the study of water-absorbing properties of light porous materials.

Light porous materials, the density of which is less than water, are considered as objects of research. Mathematical design conditions for the application of a new experimental method for studying such light porous materials are presented. Specific examples of the application of the proposed experimental method are given. Expanded clay materials, the density of which fluctuates within 250-800, were taken as objects of research in the conducted experimental work. The scientific, practical and educational values of the results obtained are shown.

Keywords: Porous, materials, water absorption, formulas, samples, additional cargo, expanded clay, experiment.

Техника мен технологияның көптеген салаларында сан-алуан материалдар кеңінен қолданыс табууда [1-5]. Осындай материалдардың физикалық қасиеттерін жан-жақты зерттеудің мәні өте зор. Олардың қасиеттерін білу материалдарды мақсатты түрде тиімді қолдануға мол мүмкіндіктер ашады. Жаңа материалдарды ойлап тауып жасау барысында ең әуелі олардың қажетті қасиеттеріне

көңіл бөлінеді. Материалдың қасиеттері ең әуелі олардың құрамы мен құрылымына байланысты болатындығы белгілі. Бүгінде өнеркәсіптің көптеген салаларында кеңінен қолданыс тауып отырған қатты материалдардың бір тобы құрылымы жағынан кеуек қылтүтікті қуысты болып келеді [6,7].

Мысалы мұндай материалдар химия, құрылыс, жеңіл, тағам, ауыл шаруашылық т.б өнеркәсіп орындарында кеңінен қолданыс табуда. Осындай сан-алуан материалдардың басқа қасиеттерімен қатар сусіңіргіштік қабілеттерін де зерттеудің мәні өте зор [8-10]. Мақалада жеңіл кеуек қатты материалдардың сусіңіргіштік қасиеттерін тәжірибелік тұрғыдан зерттеу мәселелері қарастырылған.

Бұдан бұрынғы жүргізілген зерттеулердің нәтижесінде кеуек қатты материалдардың (үлгілердің) сусіңіргіштік қасиеттерін зерттеудің жаңа тәжірибелік әдісі ойлап табылып, оған Қазақстан Республикасының патенті алынған болатын [11,12]. Бұл жаңа тәжірибелік экспресс әдістің тәсілі мынадай.

Зерттелетін үлгі цилиндрлік мензуркадағы суға батырылады. Үлгіні суға батыру алдында сұйықтың мензуркадағы бастапқы деңгейі (көлемі) өлшенеді. Үлгіні батырған сәттен бастап ыдыстағы судың көлемінің (деңгейінің) өзгерісі бақыланып отырады. Тәжірибе мензуркадағы су деңгейінің өзгеруі тоқтағанша жүргізіле береді. Бұл су ішіндегі кеуек үлгінің суды толық сіңіріп қаныққандығын білдіреді. Тәжірибе барысында алынған нәтижелерді пайдаланып кеуек қатты үлгінің көлемдік сусіңіргіштік коэффициентін мынадай өрнекпен анықтаймыз.

$$B_v = \frac{V_Y - \Delta V_{cy}}{V_Y} \cdot 100\% \quad (1)$$

Мұндағы V_Y – үлгінің көлемі, $\Delta V_{cy} = V_c - V_6$ – үлгі батырылған сәтте ығысып шыққан су көлемінің тәжірибе соңындағы қалдық мөлшері, яғни кеуек үлгіге жұтылмай қалған су көлемі. V_c – тәжірибе соңындағы мензуркадағы су көлемі, V_6 – мензуркадағы судың үлгі батырылмай тұрған бастапқы сәттегі көлемі. Жоғарыда келтірілген тәжірибелік әдісте зерттелетін үлгінің суға батуы қажет. Ал бүгінде өнеркәсіптің көптеген салаларында қолданыс тауып жүрген кеуек материалдардың біразының тығыздықтары судікінен де аз болатындығы шындық (мысалы керамзит, пенопласт, т.б.).

Дегенмен бұл әдісті судан да жеңіл, яғни тығыздықтары судікінен де аз жеңіл кеуек қатты үлгілердің сусіңіргіштік қасиеттерін анықтау үшін де қолдануға болатын жолы бар екен.

Мұндағы денелердің (үлгілердің) суға өздігінен батпайтындығы бәрімізге белгілі. Сондықтан жоғарыда келтірілген тәжірибелік әдісті осындай өте жеңіл кеуек материалдардың да сусіңіргіштік қасиеттерін анықтауға пайдалану үшін оларға өзіне су өткізбейтін ауыр заттардан (темір, болат, т.б.) жасалған үлгілерді қосымша жүк ретінде ілуге тура келеді. Бұл жағдайда (1) өрнек былай жазылады

$$B_v = \frac{(V_Y + V_m) - \Delta V_{cy}}{V_Y} \cdot 100\% , \quad (2)$$

мұндағы V_m – қосымша жүк көлемі.

Енді зерттелетін жеңіл кеуек үлгінің суға батуы үшін қажет болатын жүк массасының мәніне қойылатын шартты анықтауға мүмкіндік беретін өрнекті былай жазайық

$$\frac{m_Y + m_m}{V_Y + V_m} > \rho_c , \quad (3)$$

мұндағы m_Y – зерттелетін жеңіл кеуек үлгінің массасы, m_m – қосымша жүк массасы, V_Y – жеңіл кеуек үлгінің көлемі, V_m – қосымша ілінген жүк көлемі, ρ_c – сұйықтың, біздің жағдайымызда судың тығыздығы.

Келтірілген (3) өрнекті үлгіге ілінетін қосымша қосымша жүк массасына қатысты жазып мынаны аламыз

$$m_m > \rho_c (V_Y + V_m) - m_Y \quad (4)$$

Бұл өрнек үлгіге ілінетін қосымша жүк массасын анықтауға мүмкіндік береді.

Жеке бір жағдайда, мысалы зерттелетін жеңіл кеуек үлгі мен оның суға батуын қамтамасыз ететін, өзіне су өткізбейтін, қосымша жүктің көлемдері тең болған жағдайда (3) өрнек мынадай түрге ие болады

$$\frac{m_Y + m_m}{2V} > \rho_c, \quad (5)$$

мұндағы $V = V_Y = V_m$ – үлгі мен қосымша жүктің бірдей көлемі. Осыған байланысты (4) өрнек те былай түрленеді

$$m_m > 2\rho_c V - m_Y. \quad (6)$$

(3) теңдеудегі үлгі мен қосымша жүк массаларын олардың тығыздықтары арқылы өрнектесек, мынаны аламыз

$$\frac{\rho_Y V_Y + \rho_m V_m}{V_Y + V_m} > \rho_c, \quad (7)$$

мұндағы ρ_Y мен ρ_m – зерттелетін жеңіл кеуек үлгі мен оған қосымша ілінген жүктің тығыздықтары. Бұл өрнекті үлгіге қосымша ілінген жүктің тығыздығына қатысты жазсақ мынаны аламыз

$$\rho_m > \frac{\rho_c(V_Y + V_m) - \rho_Y V_Y}{V_m}. \quad (8)$$

Егер зерттелетін үлгі мен оған ілінетін қосымша жүктің көлемдері бірдей болса (8) өрнек былай ықшамдалады

$$\rho_m > \frac{2\rho_c V - \rho_Y V}{V}, \quad (9)$$

Немесе

$$\rho_m > 2\rho_c - \rho_Y. \quad (10)$$

Енді жоғарыда келтірілген әдісті пайдаланып тәжірибелер жүргізуге бір-екі мысал келтірейік.

Зерттеу нысаны ретінде керамзиттен жасалған шар пішіндес үлгілер (керамзиттік гравий) алынды. Керамзиттің тығыздығы $250-800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ аралығында болып, өте жеңіл кеуекті материалдарға жатады да, олар суға батпайды.

Екі шектік жағдайды, яғни тығыздықтары $250 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ және $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ болатын үлгілерді қарастырайық.

Тығыздығы $\rho_Y = 250 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ болатын бірінші керамзиттік шар пішіндес үлгінің параметрлері мынадай:

$$V_Y = 10 \text{ см}^3; m_Y = 2,50 \text{ г}; \rho_Y = 0,25 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Енді жоғарыда келтірілген шарт бойынша (6) жеңіл үлгіге ілінетін жүк массасын анықтасақ, оның мәні мынадай шамадан артық болуы керек екендігіне көз жеткіземіз

$$m_m > 17,5 \text{ г}.$$

Бұл қарастырылып отырған керамзиттік үлгінің суға батуын қамтамасыз ету үшін оған ілінетін, өзіне су өткізбейтін жүктің массасы кем дегенде 17,5 г артық болуы керек деген сөз. Тәжірибені жүргізуде кеуек үлгінің суға толық батуына кепілдік беру үшін ілінетін жүктің массасын анықталған мәннен (17,5г) артығырақ алуымыз қажет, мысалы $m_m = 20 \text{ г}$. Ал бұл жағдайда қосымша ілінетін жүк ретінде қандай су өткізбейтін затты пайдалануға болатындығын оның тығыздығы арқылы анықтаймыз:

$$\rho_m = \frac{m_m}{V} > 2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Бұл мәліметтер $V_Y = V_m$ болатын жеке жағдай үшін алынып жатыр. Сонымен қарастылып отырған тәжірибеде кеуек үлгіге ілінетін қосымша жүк ретінде тығыздығы $2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ ден жоғары болатын өзіне су өткізбейтін материалды пайдалануға толық болады деген сөз.

Егер, мысалы кеуек үлгіге ілінетін қосымша жүк ретінде темірді пайдалансақ, оның көлемі мынадай болуы керек

$$V_T = \frac{m_T}{\rho_T} > \frac{20}{7,87} = 2,54 \text{ см}^3.$$

Енді осы тәжірибелік мысалды тығыздығы $800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ болатын керамзиттік үлгі үшін қарастырып көрейік. Шар пішіндес керамзиттік үлгінің параметрлері мынадай: $V_Y = 10 \text{ см}^3$; $\rho_Y = 0,80 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$; $m_Y = 8,0 \text{ г}$.

Бірінші мысалмен салыстыру мақсатында пішіні мен көлемдері бірдей үлгілер алынды. Жоғарыда келтірілген шарт бойынша (6) зерттелетін кеуек үлгіге ілінетін қосымша жүктің массасы мынадай шамадан артық болуы керек екендігіне көз жеткіземіз.

$$m_m > 12 \text{ г} .$$

Ал ілінетін қосымша жүк пен зерттелетін жеңіл кеуек үлгілердің көлемдері бірдей болғанда, жүктің тығыздығы мына шамадан

$$\rho_m = \frac{m_m}{V} > 1,20 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

біраз артық болуы қажет. Егер, мысалы бұл жағдайда кеуек жеңіл үлгіге ілінетін қосымша жүк ретінде тығыздығы ($\rho_n = 1500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$) болатын пластмассаны пайдалансақ, онда оның көлемі мынадай шамаға тең болуы керек

$$V_n = \frac{m_n}{\rho_n} > \frac{12}{1,5} = 8,0 \text{ см}^3 .$$

Жоғарыда келтірілген тәжірибелік әдістемелердің көмегімен жүргізілген зерттеу нәтижелері басқа да ғылыми жұмыстардың нәтижелеріндей, керамзит үлгілерінің су- сіңіргіштік көрсеткіштерінің, олардың тығыздықтары мен кеуктілігіне сәйкес 8-20% аралығында болатындығын көрсетті. Керамзит үлгілерінің тығыздықтарының төмен ($250-800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$), ал кеуктілігінің өте жоғары болуына қарамай сусіңіргіштік мәндерінің төмен болуын олардың дайындау технологиясының ерекшелігімен түсіндіруге болады.

Керамзит материалдары (керамзиттік гравий, т.б.) жоғары температурада пайда болатын балқымаларды олардың бойындағы физикалық-химиялық түрленулер барысында бөлініп шығатын газдар көмегімен ісіндіру арқылы дайындалады. Осының нәтижесінде керамзит бойында пайда болып жатқан қуыстардың (кеуктіліктің) көбі суыту барысында жабық түрде қалыптасып су өткізбейтін қасиетке ие болады. Былайша айтқанда керамзит материалдарының бойында аталған технологияның арқасында су өткізетін ашық және жартылай ашық қуыстардан гөрі су өткізбейтін жабық қуыстардың үлесі басым келеді екен.

Сонымен жоғарыда келтірілген нәтижелердің ғылыми-әдістемелік, ғылыми-практикалық маңызы мен қатар білім беру саласындағы да мәнін атап өтуге болады. Бұл нәтижелер жоғары оқу орындарының тиісті мамандықтарында оқытылатын “Молекулалық физика және термодинамика”, “Заттардың физикалық (жылуфизикалық) қасиеттері”, “Жылу және масса алмасу” т.б. пәндерге қатысты физикалық (лабораториялық) практикумда әзірлеуге де негіз бола алады.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі:

- 1 Сайбулатов С.Ж., Сулейменов С.Т., Кулбеков М.К. Золы ТЭС в производстве строительной керамики. Алма-Ата: Казахстан, 1986.-144с., ил.
- 2 Кулбеков М.К., Сайбулатов С.Ж. О механизме и кинетике выгорания углерода при обжиге ресурсосберегающих золокерамических материалов // Неорганические материалы. -1991. Т.24.-№7.-с.25-27.
- 3 Сайбулатов С.Ж., Кулбеков М.К. Способ изготовления стеновых изделий «золокерам» А.С. 675030 СССР. – Б.И., 1979.1980.-341.-с.85.
- 4 Кулбеков М.К. Способ изготовления керамических декоративных плиток. А.С.1680666 СССР. –Б.И., 1991. - № 36.- с. 102.

5 Кулбеков М.К. Инновационный патент на изобретение №25555. Название: Способ изготовления керамических отделочно – декоративных плиток. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Республик Казахстан 17.02.2012г., опубл. бюл.№3 от 15.03..2012.

6 Кулбеков М.К. Изучение кинетики некоторых физико – химических процессов при обжиге топливосодержащих керамических материалов // ЖПХ.-1990.-Т.63.-№6. С.1355-1360.

7 Кулбеков М.К. К термодинамической теории теплопереноса, осложненного физико- химическими превращениями в полифазных капиллярнопористых материалах. //Вестник КазНПУ им. Абая. Серия «Физико-математические науки» №1(25). 2009. с. 104-108.

8 Сергеева О.А. Метрологические основы теплофизических измерений. – М.: Издательство стандартов, 1972.

9 Лабораторный практикум по общей физике Ю.А. Кравцов, А.И. Мансуров, Н.Г. Птицкая и др; Под ред. Е.М. Гершензона, Н.Н. Малова. – М.: Просвещение, 1985.-351 с., ил

10 Маисова Н.Н., Практикум по курсу общей физики. – М.: Высш.школа, 1970. – 448 с., ил

11 Кулбек М.К., Косов В.Н., Хамраев Ш.И., Кулбеков Д.М. Патент РК на полезную модель №2050. Способ определения коэффициента водопоглощения капиллярнопористых твердых тел. - Бюл.№4, 28.02.2017.

12 Кулбеков Д.М. О новом экспериментальном методе по изучению процессов водопоглощения пористых твердых тел. – Вестник КазНПУ им. Абая, серия “Физико-математические науки”, 2017, №2(58), с. 173-177.

References

1 Sajbulatov S.Zh., Sulejmenov S.T., Kulbekov M.K. (1986) Zoly TJeS v proizvodstve stroitel'noj keramiki [TPP ash in the production of construction ceramics]. Alma-Ata, Kazahstan. 144. (In Russian)

2 Kulbekov M.K., Sajbulatov S.Zh. (1991) O mehanizme i kinetike vygoranija ugleroda pri obzhige resursosberegajushhiih zolokeramicheskikh materialov [On the mechanism and kinetics of carbon burn-up during roasting of resource-saving ash-ceramic materials]. Neorganicheskie materialy. T.24. №7. 25-27. (In Russian)

3 Sajbulatov S.Zh., Kulbekov M.K. (1979-1980) Sposob izgotovlenija stenovyh izdelij «zolokeram» [Method of manufacturing building products "zolokeram"] A.S. 675030 SSSR. 341. 85. (In Russian)

4 Kulbekov M.K. (1991) Sposob izgotovlenija keramicheskikh dekorativnyh plitok [a method of manufacturing a ceramic decorative tiles]. A.S.1680666 SSSR. № 36. 102. (In Russian)

5 Kulbekov M.K. (2012) Innovacionnyj patent na izobretenie №25555. Sposob izgotovlenija keramicheskikh otdelochno – dekorativnyh plitok [Method of manufacturing ceramic decorative tiles]. Zaregistrirvano v Gosudarstvennom reestre izobretenij Respublikij Kazahstan, opubl. bjul.№3. (In Russian)

6 Kulbekov M.K. (1990) Izuchenie kinetiki nekotoryh fiziko – himicheskikh processov pri obzhige toplivosoderzhashhiih keramicheskikh materialov [Study of the kinetics of some physico-chemical processes in the firing of fuel-containing ceramic materials]. ZhPH. T.63. №6. 1355-1360. (In Russian)

7 Kulbekov M.K. (2009) K termodinamicheskoj teorii teploperenosa, oslozhnennogo fiziko- himicheskimi prevrashhenijami v polifaznyh kapilljarnoporistyh materialah [On the thermodynamic theory of heat transfer complicated by physico-chemical transformations in polyphase capillary-porous materials]. Vestnik KazNPU im. Abaja. Serija «Fiziko- matematicheskie nauki» №1(25). 104-108. (In Russian)

8 Sergeeva O.A. (1972) Metrologicheskie osnovy teplofizicheskikh izmerenij [Metrological fundamentals of thermal measurements]. Izdatel'stvo standartov. (In Russian)

9 Ju.A. Kravcov, A.I. Mansurov, N.G. Ptickaja i dr; Pod red. E.M. Gershenzona, N.N. Malova (1985) Laboratornyj praktikum po obshhej fizike [Laboratory course in General physics]. Prosveshhenie. 351. (In Russian)

10 Maisova N.N., (1970) Praktikum po kursu obshhej fiziki [Practicum on the course of general physics]. Vyssh.shkola. 448. (In Russian)

11 Kulbek M.K., Kosov V.N., Hamraev Sh.I., Kulbekov D.M. (2017) Patent RK na poleznuju model' №2050. Sposob opredelenija koeficienta vodopogloshhenija kapilljarnoporistyh tverdyh tel [Method for determining the water absorption coefficient of capillary-porous solids]. №4. (In Russian)

12 Kulbekov D.M. (2017) O novom jeksperimental'nom metode po izucheniju processov vodopogloshhenija poristyh tverdyh tel [About a new experimental method for studying the processes of water absorption of porous solids]. Vestnik KazNPU im. Abaja, serija “Fiziko-matematicheskie nauki”, №2(58), 173-177. (In Russian)