

УДК 551.312.3:551.312.4+624.131

К. І. Кашутчык¹, А. Ю. Трацэўская²¹магістрант геолога-геаграфічнага факультэта

Гомельскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Францыска Скарыны

²канд. геол.-мінэрал. навук, дац. каф. геалогіі і географіі

Гомельскага дзяржаўнага ўніверсітэта імя Францыска Скарыны

e-mail: kashutchik.kirill@gmail.com**УМОВЫ АПАДКАНАЗАПАШВАННЯ АЗЁРНА-АЛЮВІЯЛЬНЫХ АДКЛАДАЎ
НА ПАДСТАВЕ ІХ УЛАСЦІВАСЦЯЎ**

Разгледжаны і пададзены вынікі даследавання асноўных фізічных уласцівасцяў азёрна-алювіяльных адкладаў. Вызначаны іх грануламетрычны і мікраагрэгатны склады. Прыведзена іх параўнанне паміж сабой, а таксама з грануламетрычнымі складамі іншых утварэнняў. На падставе атрыманых дадзеных усталяваны магчымыя ўмовы фарміравання азёрна-алювіяльных адкладаў.

KASHUTCHYK K., TRATSEUSKAJA A.**SEDIMENTATION CONDITIONS OF LAKE-ALLUVIAL SEDIMENTS
BASED ON THEIR PROPERTIES**

The article describes and presents the results of the study of the basic physical properties of lake-alluvial deposits. Granulometric and microaggregate compositions of the studied sediments were also determined. Their comparison with each other, and also with granulometric compositions of other deposits is resulted. On the basis of the received data possible conditions of formation of lake-alluvial deposits are established.

Уводзіны

Азёрна-алювіяльныя адклады з'яўляюцца аднымі з найменш вывучаных адкладаў чацвярцічнага ўзросту. У той жа час яны з'яўляюцца даволі цікавым аб'ектам вывучэння з навукова-практычнага пункту гледжання. Па-першае, гэтыя ўтварэнні няпоўна апісаны ў навуковай літаратуры з літалагічнай пазіцыі, яшчэ менш інфармацыі пра іх інжынерна-геалагічныя ўласцівасці [1–7]. Па-другое, з-за нявызначанасці паходжання азёрна-алювіяльных адкладаў узнікае пытанне пра патрэбу вылучэння іх у самастойны геолога-генетычны комплекс, як гэта зроблена ў СТБ [8].

Геалагічны слоўнік дае наступнае вызначэнне: «Озерно-аллювиальные отложения – это отложения, слагающие озерные дельты и формирующиеся в озеровидных расширениях речных долин, где в результате малого уклона речные воды растекаются, образуя застойные мелководные бассейны. Характеризуются признаками, свойственными как пойменной фации аллювия, так и озерным отложениям» [9]. Гэта спалучэнне фаций алювіяльных і азёрных адкладаў трэба разглядаць як складаныя парагенетычныя ўтварэнні [7].

Паводле карт чацвяртчных адкладаў Беларусі, азёрна-алювіяльныя адклады пашыраны на тэрыторыі краіны, асабліва шырока ў яе паўднёвай частцы [10; 11].

Матэрыялы і метады даследаванняў

З прычыны недастатковай колькасці інфармацыі пра інжынерна-геалагічныя ўласцівасці азёрна-алювіяльных адкладаў аўтарамі былі вывучаны некаторыя фізічныя характарыстыкі дадзеных утварэнняў, а таксама іх грануламетрычны і мікраагрэгатны склады. Грунт быў адабраны БелНДПНафта вытворчага аб'яднання «Беларуснафта» падчас інжынерна-геалагічных вышуканняў у Рэчыцкім раёне. Падчас лабараторных даследаванняў вызначаліся такія паказчыкі, як гіграскапічная вільготнасць, вільготнасць максімальнага насычэння, шчыльнасць цвёрдай фазы, межы пластычнасці, грануламетрычны і мікраагрэгатны склады. Асобна ў лабараторыі ААТ «Гомельгеасервіс» быў

даследаваны змест арганічных рэчываў і карбанатаў у доследным узору. У лабараторыі БелНДПНафта вылічылі прыродную вільготнасць і шчыльнасць.

Вызначэнне фізічных характарыстык праводзілася па ДАСТ 5180-2015 [12], грануламетрычнага і мікраагрэгатнага складу – па ДАСТ 12536-2014 [13], масавая доля арганічных рэчываў – па ДАСТ 26213-91 [14], змест карбанатаў – па ДАСТ 21138.5-78 [15].

Вынікі і іх абмеркаванне

Вільготнасць.

Адной з самых важных характарыстык фізічнага стану пясчаных і асабліва гліністых парод з'яўляецца іх вільготнасць. Яна характарызуецца колькасцю вады, што запаўняе іх поры. У залежнасці ад ступені вільготнасці пясчаных і гліністых пароды могуць знаходзіцца ў розным фізічным стане, у адпаведнасці з якім змяняюцца іх трываласць, дэфармаванасць і ўстойлівасць [5].

Прыродная вільготнасць можа змяняцца ў параўнальна шырокіх межах. У пясцоў пры іншых роўных геалагічных умовах яна залежыць ад грануламетрычнага складу, наяўнасці прымесяў гліністых часцінак і арганічнага рэчыва і ад шчыльнасці стану. У гліністых грунтоў яна залежыць ад ступені дысперснасці, мінеральнага складу тонкадысперснай часткі, ёмістасці паглынання і складу паменных катыёнаў, прымесі арганікі і ступені літыфікацыі [5].

Гіграскапічная вільготнасць таксама можа змяняцца ў шырокіх межах і залежыць ад вільготнасці паветра, што знаходзіцца ў раўнавазе з дадзеным грунтам.

Па паказчыку вільготнасці максімальнага насычэння можна ацаніць агульную колькасць звязанай вады ў розных грунтах, якая залежыць ад іх адсарбцыйнай здольнасці. Апошняя абумоўлена галоўным чынам мінеральным складам грунту і датычнай з ёй дысперснасцю [3].

Мяжа цякучасці адпавядае такой вільготнасці, пры нязначным перавышэнні якой гліністая парода парушанага складу з пластычнага стану пераходзіць у цякучае і робіцца глейкай вадкасцю.

Мяжа пластычнасці адпавядае вільготнасці, пры якой гліністая парода таксама парушанага складу з паўцвёрдага стану пераходзіць у пластычнае [3].

Вільготнасныя паказчыкі пададзены ў табліцы 1.

Табліца 1. – Вільготнасныя паказчыкі доследнага ўзору

Паказчыкі	Значэнні
Прыродная вільготнасць (w), %	19,7
Гіграскапічная вільготнасць (w_g), %	1,4
Вільготнасць максімальнага насычэння (w_{sat}), %	4,2
Вільготнасць на мяжы цякучасці (w_p), %	14,87
Вільготнасць на мяжы раскатвання (w_l), %	22,75

Гіграскапічная вільготнасць склала $w_g = 1,4$ % пры вільготнасці паветра 61 %. Максімальная вільгацяёмнасць – 4,2 %. Поўная вільгацяёмнасць адпавядае вільготнасці, пры якой усе поры запоўнены вадой. Яна вызначалася метадам насычэння.

Шчыльнасць.

Шчыльнасць – фізічная ўласцівасць грунтоў, якая колькасна ацэньваецца велічынёй дачынення іх масы да занятага аб'ёму.

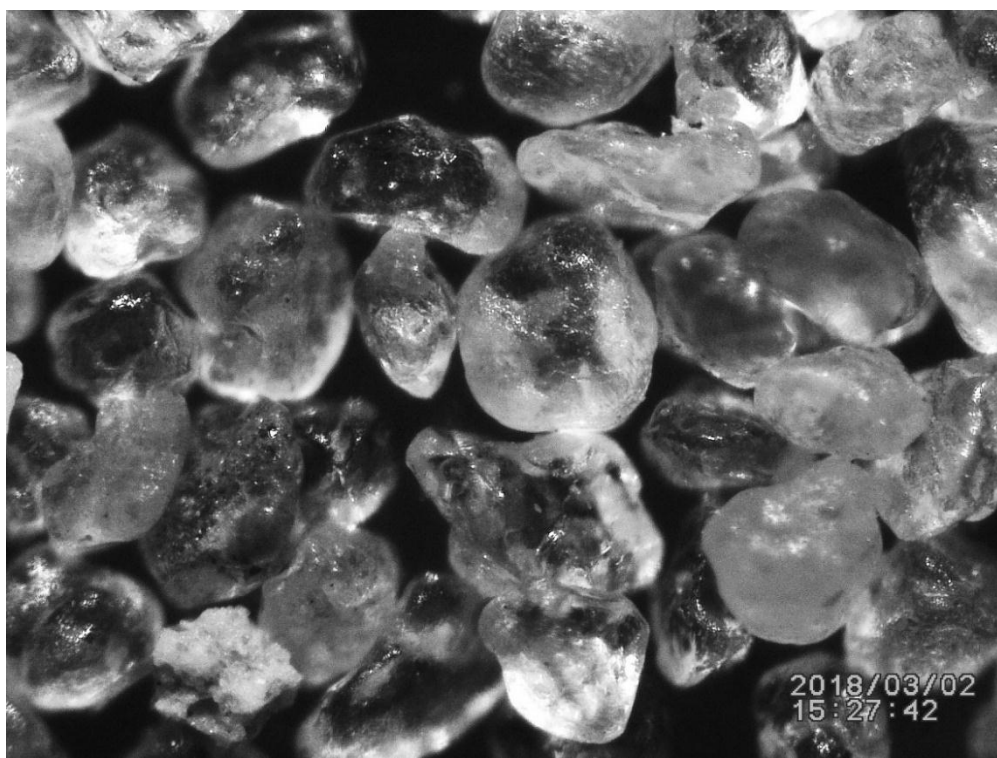
Шчыльнасць грунту мералася ў лабараторыі БелНДПНафта вытворчага аб'яднання «Беларуснафта» і склала 1,98 г/см³.

Шчыльнасць часцінак грунту вызначалася аўтарам і склала 2,63 г/см³. Дадзеная характарыстыка вызначаецца мінеральным складам. Такое значэнне адпавядае шчыль-

насці розных мінералаў, напрыклад: каалініт, кварц, група гідраслюд. У фракцыі памерамі 0,25–0,5 мм гэта значэнне вызначаецца кварцам. Яго наяўнасць пацвярджаецца назіраннямі ў мікраскоп (малюнак 1).

Грануламетрычны і мікраагрэгатны склад.

Адным з найважнейшых паказчыкаў для класіфікацыі грунтоў у інжынернай геалогіі з’яўляецца грануламетрычны склад. Пад ім разумеецца колькасны змест першапачатковых часцінак па фракцыях, адлюстраваны ў адсотках па дачыненні да іх масы. Грануламетрычны склад характарызуе лімітавую дысперснасць грунту, ён нязменны для дадзенага грунту і таму з’яўляецца класіфікацыйнай прыкметай. Мікраагрэгатны склад характарызуе не лімітавую, а натуральную дысперснасць парод, адлюстроўвае ступень агрэгаванасці грунту пры дадзеных умовах і можа выкарыстоўвацца для характарыстыкі структурных сувязяў у грунце [3].



Малюнак 1. – Зерні кварцу фракцыі 0,25–0,5 мм, павялічаныя ў 4 разы

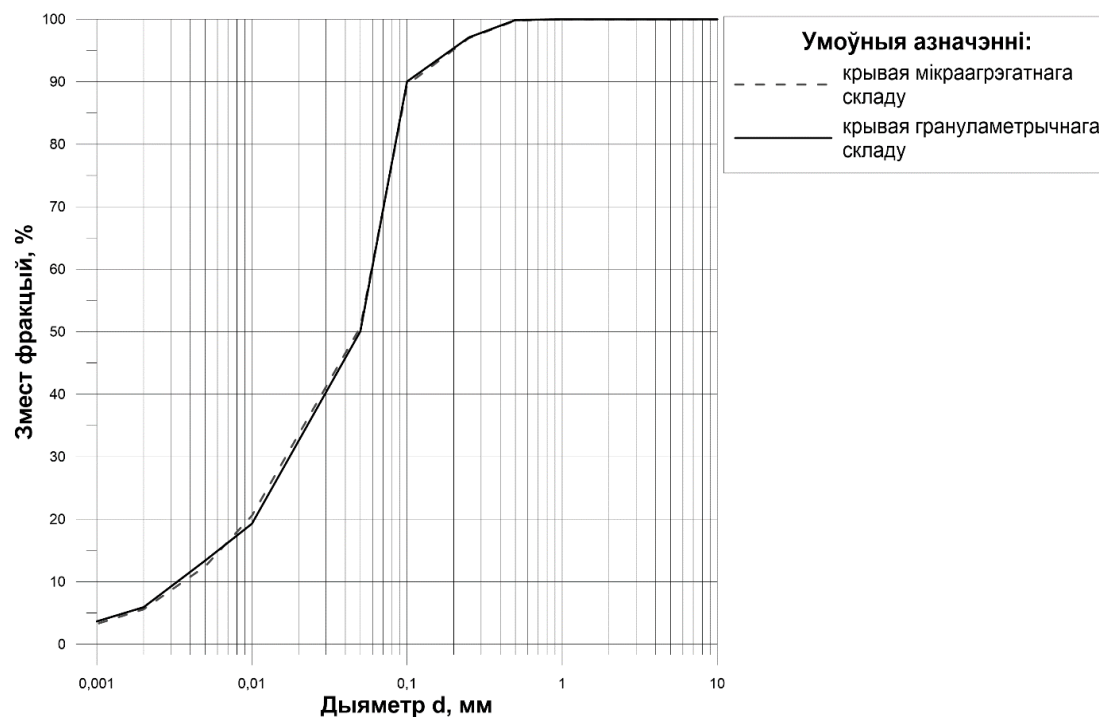
Грануламетрычны і мікраагрэгатны склад азёрна-аллювіяльных утварэнняў вызначаліся піпеткавым метадам па ДАСТ 12536-2014 [13]. Ён пададзены на малюнку 2.

На графіку абедзве крывыя практычна ідэнтычныя. Але ў гліністай частцы фракцыі бачны адрозненні грануламетрычнай і мікраагрэгатнай крывых, што ўказвае на найбольшую агрэгаванасць гэтых фракцый.

Для колькаснай ацэнкі ступені агрэгаванасці грунту І. М. Горкава прапанавала вызначаць два каэфіцыенты агрэгаванасці – для тонкапылаватай (кп) і гліністай (кг) фракцый, якія ўяўляюць сабой дачыненне зместаў фракцый памерам менш за 0,005 мм і менш за 0,001 мм, адпаведна знойдзеныя пры грануламетрычным (С_Г) і мікраагрэгатным (С_М) аналізах [3]:

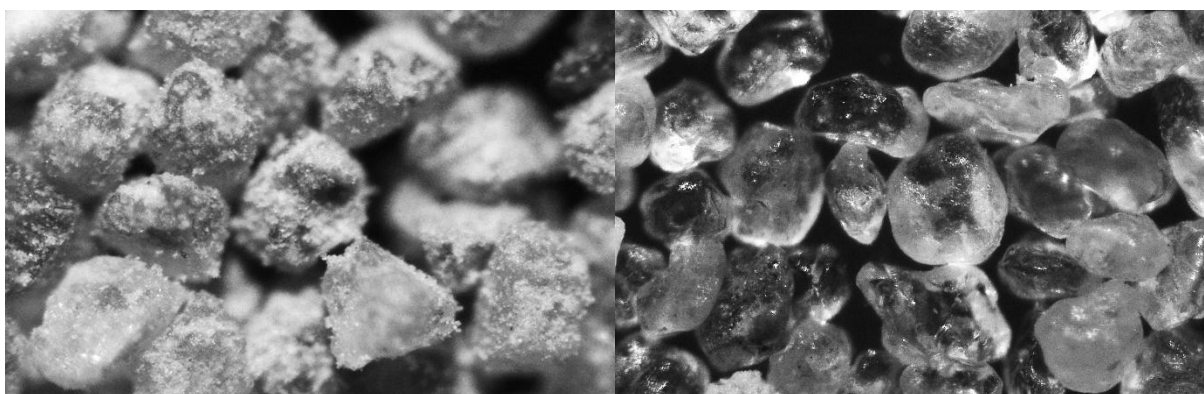
$$k_{п} = \frac{C_{Г(0,005)}}{C_{М(0,005)}}; k_{Г} = \frac{C_{Г(0,001)}}{C_{М(0,001)}} \quad (1)$$

Калі агрэгаванасць адсутнічае, то гэтыя каэфіцыенты роўныя 1, а ў адваротным выпадку яны >1 . Значэнні каэфіцыентаў склалі $k_n = 1,07$; $k_r = 1,12$. Такім чынам, у дадзеным выпадку агрэгаванасць часцінак узрастае на 4 % са змяншэннем іх памеру з 0,005 да 0,001 мм.



Малюнак 2. – Крывая грануламетрычнага і мікраагрэгатнага складу азёрна-алювіяльных адкладаў

Агрэгаванасць часцінак наглядна пададзена на малюнках 3а і 3б. Тут адлюстраваны часцінкі фракцый 0,25–0,5 мм, павялічаныя ў 4 разы. На малюнку 3а паказаны часцінкі да разбурэння мікраагрэгатаў, а на малюнку 3б – пасля разбурэння.

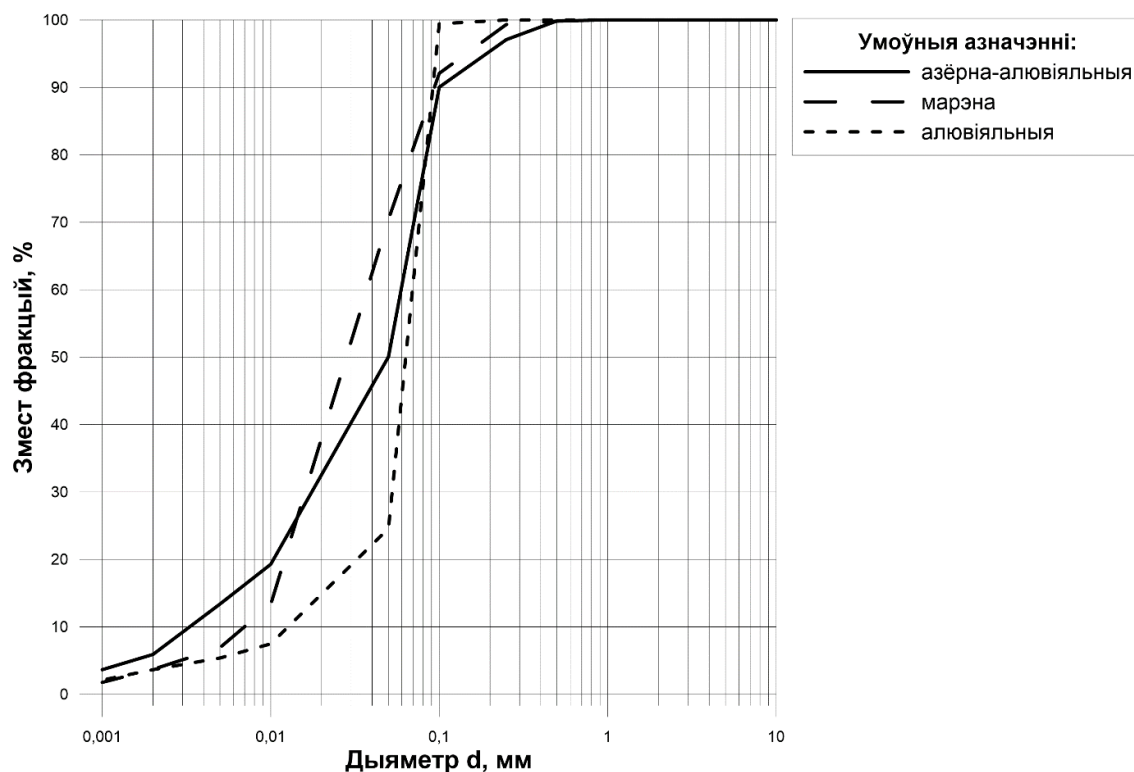


Малюнак 3а. – Часцінкі грунту, счэпленыя ў агрэгаты

Малюнак 3б. – Асобныя гранулы грунту

Нераўнамерны змест розных фракцый у грунце характарызуецца яго неаднастайнасцю. Пакаты характар крывых сведчыць пра дрэнную адсартаванасць грунту, а круты нахіл – пра добрую. На малюнку 4 адлюстраваны крывыя грануламетрычнага складу азёрна-алювіяльных, алювіяльных і марэнных адкладаў. Азёрна-алювіяльныя ўтварэнні

пададзены суглінкам, астатнія – супескамі. Заўважна, што найболей пакатай крывой валодаюць азёрна-алювіяльныя адклады, што ўказвае на дрэнную сартаванасць грунту. Гэта пацвяржаецца і пры вызначэнні лікавай характарыстыкі адсартаванасці з выкарыстаннем каэфіцыента неаднастайнасці (C_u). Ён заснаваны на ўліку зместу часцінак двух характэрных дыяметраў – d_{60} і d_{10} [3].



Малюнак 4. – Крывая грануламетрычнага складу азёрна-алювіяльных, алювіяльных і марэнных адкладаў

Значэнні каэфіцыентаў неаднастайнасці пададзены ў табліцы 2. Найбольшым значэннем каэфіцыента вылучаюцца азёрна-алювіяльныя адклады. Як ужо адзначалася вышэй, гэтыя адклады з'яўляюцца складанымі парагенетычнымі ўтварэннямі, якія пададзены спалучэннем алювіяльных і азёрных фацый пры зніжэнні хуткасці плыні аж да застоўных умоў. Гэта можа растлумачыць высокую неаднастайнасць доследнага ўзору.

Табліца 2. – Каэфіцыенты неаднастайнасці

Адклады	Дыяметр часцінак, мм		Каэфіцыент неаднастайнасці, C_u
	d_{60}	d_{10}	
азёрна-алювіяльныя	0,059	0,003	19,67
марэчныя	0,037	0,007	5,29
алювіяльныя	0,070	0,012	5,83

Пластычнасць

Пад пластычнасцю грунту разумеецца яго здольнасць дэфармавацца без разрыву суцэльнасці пад уздзеяннем знешніх механічных высілкаў і захоўваць атрыманую форму пасля іх здымання. Параметрамі пластычнасці грунтоў, што выкарыстоўваюцца ў інжынерна-геалагічнай практыцы, з'яўляюцца ніжняя (W_p) і верхняя (W_L) межы пластычнасці (табліца 1), лік пластычнасці (I_p) і паказчык кансістэнцыі (IL) [3]. Лік пластычнасці ўзору склаў $I_p = 7,88$. Паводле СТБ 943-2007, ён класіфікуецца як

суглінак. Паказчык кансістэнцыі склаў $IL = 0,61$. Дадзенае значэнне адпавядае пластывчнай кансістэнцыі грунту.

У наш час існуе некалькі гіпотэз, што тлумачаць прыроду пластычнасці грунтоў. Найболей шырока пашыраныя калоідная і гідратная гіпотэзы [3]. Калоідная заснавана на тым, што калоіды, якія прысутнічаюць у глінах, з'яўляюцца «змазкай» паміж часцінкамі пры іх адносным перасоўванні. Гідратная гіпотэза прадугледжвае наяўнасць тонкай праслойкі вадкай дысперснай серады, таўшчыня якой адпавядае мінімуму вольнай энергіі сістэмы. Наяўнасць гэтай праслойкі вадкасці ў пляцоўках каагуляцыйнага счаплення перашкаджае далейшаму збліжэнню часцінак, таму каагуляцыйныя сістэмы пластычныя [3].

Галоўны ўплыў, што вызначае прыроду пластычнасці гліністых парод, аказвае мінеральны склад тонкадысперснай часткі і актыўнае ўзаемадзеянне яе з вадой – гідрафільнасць.

Сувязь паміж складам гліністых парод, іх калоідна-хімічнымі ўласцівасцямі і пластычнасцю выяўляюць паказчыкам калоіднай актыўнасці. Гэты паказчык характарызуе адносны змест у тонкадысперснай частцы гліністай пароды мінералаў з рознай калоідна-хімічнай актыўнасцю. Яго вызначаюць з суадносін:

$$K_p = \frac{I_p}{M_c}, \quad (2)$$

дзе K_p – паказчык калоіднай актыўнасці; I_p – лік пластычнасці, %; M_c – змест гліністых часцінак (<0,005 мм) у пародзе [5].

Гідрафільнасць гліністых мінералаў вызначаецца ўдзельнай паверхняй і залежыць ад іх складу і структуры [3]. Гідрафільнасць гліністай фракцыі і яе калоідную актыўнасць можна вызначыць пры паралельным вызначэнні пластычнасці грунтоў і зместу гліністай фракцыі.

Паказчык гідрафільнасці вызначаецца з выразу:

$$K = \frac{W_L}{M_c}, \quad (3)$$

дзе W_L – вільготнасць на мяжы раскатвання, %; M_c – змест гліністых часцінак (<0,005 мм) у пародзе [16].

Значэнні гэтых паказчыкаў для азёрна-алювіяльных, алювіяльных і марэнных адкладаў пададзены ў табліцы 3. Пры значэнні паказчыка калоіднай актыўнасці менш за 0,75 такія грунты ставяцца да парод з нізкай калоіднай актыўнасцю; пераважае ў такіх выпадках мінерал каалініт [16].

Табліца 3. – Паказчыкі калоіднай актыўнасці і гідрафільнасці гліністай фракцыі

Адклады	Паказчык калоіднай актыўнасці			Паказчык гідрафільнасці гліністай фракцыі		
	I_p	M_c	K_p	W_L	M_c	K
азёрна-алювіяльныя	7,88	13,38	0,589	22,75	13,38	1,7
алювіяльныя	8,5	14,2	0,599		14,2	
марэнныя	9,11	16,8	0,542	23,6	16,8	1,4

Умовы ападканазапашвання

Па шэрагу фізічных, хімічных і іншых уласцівасцяў, а таксама дадзеных пра градуламетрыю грунту можна аднавіць умовы, у якіх фарміраваліся адклады.

Так, выходзячы з прадстаўленых вышэй дадзеных, можна выявіць наступныя ўмовы назапашвання доследнага ўзору грунту. Па ліку пластычнасці ён ставіцца да суглінкаў. Па мінеральным складзе ў пячанай фракцыі пераважае кварц (па значэнні

шчыльнасці часцінак грунту), а ў гліністай – каалініт (па паказчыку калоіднай актыўнасці). Па змесце арганікі (I_{om}) доследны ўзор ставіцца да віду грунту без прымесі арганічнага рэчыва [17]. Паводле дадзеных лабараторыі ААТ «Гомельгеасервіс», змест арганікі склаў $I_{om} = 1,9\%$. Нізкі змест арганічных рэштак указвае на працэкавы характар азёр, у якіх сфарміравалася парода. Там жа быў вызначаны змест карбанату кальцыю, які склаў $5,0\%$. Яго наяўнасць можна патлумачыць тым, што высокі ўзровень грунтовых вод ва ўмовах алеродскага пацяплення стымуляваў інтэнсіўнасць хімічнага выветрывання марэны і паступлення мінеральных салеяў у азёры і балоты [18]. Магчымасць выпадзення $CaCO_3$ у асадак можа паказваць на змену тэрмадынамічных і гідрагеахімічных ўмоў, што злучана са зніжэннем хуткасці цёку воднага струменя. Гэта запавольванне магло ўзнікаць у працэкавых азёрах ці азёрападобных пашырэннях рэчышчаў рэк. На складаны характар спалучэння алювіяльных і азёрных фацый указвае высокі каэфіцыент неаднастайнасці.

Высновы

На падставе дадзеных, атрыманых пры вывучэнні фізічных уласцівасцяў азёрна-алювіяльных адкладаў, а таксама іх грануламетрычнага і мікраагрэгатнага складаў, былі прапанаваны ўмовы, у якіх маглі сфарміравацца гэтыя ўтварэнні. Шэраг паказчыкаў, такіх як высокі каэфіцыент неаднастайнасці ($C_u = 19,67$), нізкі змест арганічнага рэчыва ($I_{om} = 1,9\%$), наяўнасць карбанату кальцыю ($5,0\%$), пацвярджае гіпотэзу аб утварэнні гэтых адкладаў ва ўмовах запавольвання хуткасці воднага струменя ў азёрападобных пашырэннях рэчышчаў рэк.

СПІС ВЫКАРЫСТАНАЙ ЛІТАРАТУРЫ

1. Инженерная геология Беларуси : в 3 ч. / А. Н. Галкин ; под науч. ред. В. А. Королева. – Витебск : ВГУ им. П. М. Машерова, 2016–2018. – Ч. 1 : Грунты Беларуси. – 2016. – 367 с.
2. Геология Беларуси / под ред. А. С. Махнача [и др.]. – Минск : Ин-т геол. наук НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
3. Грунтоведение / под ред. В. Т. Трофимова [и др.]. – М. : Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2005. – 1023 с.
4. Кухарчик, Ю. В. Геология четвертичных отложений : пособие / Ю. В. Кухарчик. – Минск : БГУ, 2011. – 160 с.
5. Ломтадзе, В. Д. Инженерная геология. Инженерная петрология / В. Д. Ломтадзе. – Л. : Недра, 1984. – 511 с.
6. Санько, А. Ф. Генетические типы и фации четвертичных отложений Беларуси / А. Ф. Санько, В. И. Ярцев, А. В. Дубман. – Минск : Право и экономика, 2012. – 311 с.
7. Чистяков, А. А. Четвертичная геология : учебник / А. А. Чистяков, Н. В. Макарова, В. И. Макаров. – М. : ГЕОС, 2000. – 303 с.
8. СТБ 17.04.02-02-2013. Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Условные обозначения. – Минск : Госстандарт, 2013. – 75 с.
9. Геологический словарь : в 2 т. / К. Н. Паффенгольц [и др.] ; под ред. К. Н. Паффенгольц. – М. : Недра, 1973. – Т. 2 : Н–Я. – 456 с.
10. Горецкий, Г. И. Геологическая карта четвертичных отложений БССР / Г. И. Горецкий. – Масштаб 1 : 500 000, 5 км в 1 см. – Л. : Всесоюз. науч.-исслед. геол. ин-т, 1988.
11. Чацвяртічныя адклады [Карты]. Масштаб 1 : 2 500 000, 25 км в 1 см // Нацыянальны атлас Беларусі. – Мінск : Белакартаграфія, 2002. – С. 42–43.

12. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик : ГОСТ 5180-2015. – Взамен ГОСТ 5180-84 ; введ. 01.04.2016. – М. : Стандартиформ, 2016. – 23 с.
13. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава : ГОСТ 12536-2014. – Взамен ГОСТ 12536-79 ; введ. 01.07.2015. – М. : Стандартиформ, 2015. – 22 с.
14. Почвы. Методы определения органического вещества : ГОСТ 26213-91. – Взамен ГОСТ 26213-84 ; введ. 29.12.1991. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 7 с.
15. Мел. Метод определения массовой доли углекислого кальция и углекислого магния : ГОСТ 21138.5-78. – Взамен ГОСТ 13147-67 ; введ. 30.06.1979. – М. : Изд-во стандартов, 1992. – 5 с.
16. Грунтоведение / под ред. Е. М. Сергеева [и др.]. – М. : Изд-во МГУ, 1983. – 392 с.
17. Грунты. Классификация : СТБ 943-2007.– Взамен СТБ 943-93; введ. 01.01.2008. – Минск : Госстандарт, 2008. – 24 с.
18. Якушко, О. Ф. Основные этапы позднеледниковья и голоцена Белоруссии / О. Ф. Якушко, Н. А. Махнач // Проблемы палеогеографии антропогена Белоруссии. – Минск, 1973. – С. 76–67.

Рукапіс наступіў у рэдакцыю 19.03.2020