

ковсько-пізньокарбонів рифів Прикаспійської западини, пізньокарбонів-ранньопермських рифів Передуральського крайового прогину.

3. Друга модель трактує виникнення органогенних споруд у зоні зчленування карбонатної платформи і паралічних басейнів. Унаслідок компенсації занурень піщано-глинистими осадами процес карбонатування періодично переривався, відновлюючись з початком нової трансгресії. Органогенні споруди відносяться переважно до біогермів, що виникали як на межі карбонатного шельфу і паралічного басейну, так і у межах палеопідняття шельфу та басейну. Згідно з другою моделлю, товщина окремих органогенних споруд не могла досягати значних величин: у межах шельфових зон – через помірні швидкості занурення, у паралічних басейнах – у зв'язку з частими змінами обстановок осадонагромадження. Проте у перехідних зонах могли виникати біоритміти значної сумарної товщини.

4. Біогерми та біостроми ДБ можна розглядати як індикатори найсприятливіших періодів рифоутворення у ДБ та прилеглих територіях Східно-Європейської платформи у карбоні. До таких вікових інтервалів належать – пізньосерпуховський, ранньомосковський часи та пізньокарбонів епоха. З них два перші (поряд з турнейсько-візейським) становлять найбільший інтерес з погляду нафтогазоносності північних окраїн ДБ. Ранньомосковський інтервал біогермоутворення встановлено для ДБ вперше.

5. Подальші дослідження карбонатних утворень, особливо за матеріалами буріння нових свердловин, дадуть змогу розв'язувати складні питання геологічної будови, генезису та нафтогазоносності органогенних споруд на північних окраїнах ДБ.

1. Вакарчук С.Г. Будова та перспективи нафтогазоносності органогенних споруд нижнього карбону Дніпровсько-Донецької западини // Мінеральні ресурси України. – 2003. – № 2. – С. 22–27. 2. Василюк Н.П. Про знахідку палеоапелітин у Донецькому басейні // Виконні фауна і флора УРСР: Республ. міжвідом. зб. – К., 1974. – Вип. 2. – С. 66–68. 3. Загороднюк П.А. Литолого-фаціальна характеристика рифа Воскресенка (верхній карбон, Южний Урал) // Матеріали по геології, гідрогеології, геохімії та геофізиці України і РСФСР: Сб. науч. тр. – К., 1977. – Вип. 13. – С. 19–24. 4. Кузнецов В.Г. Палеозойское карбонатонакопление в Прикаспийской впадине и ее обрамлении // Литология и полезные ископаемые. – 1998. – № 5. – С. 494–503. 5. Кузнецов В.Г., Антошкина А.И. Поздневизейско-серпуховский этап палеозойского рифообразования // Стратиграфия, геологическая корреляция. – 2005. – Т. 13. – № 4. – С. 61–77. 6. Лукин А.Е., Палий А.М., Демьянчук В.Г. и др. Каменноугольные рифовые комплексы северных окраин Донецкого бассейна и перспективы их нефтегазоносности // Сов. геология. – 1979. – № 1. – С. 28–38. 7. Мачуліна С.О. Рифогенний пояс Дніпровсько-Донецької западини та перспективи його нафтогазоносності // Нафтова і газова промисловість. – 1996. – № 3. – С. 11–14. 8. Полякова В.Е. Береговые рифы верхнесерпуховского подъяруса Донецкого бассейна // Фанерозойские рифы и кораллы СССР: Тр. V Всесоюз. симп. по кораллам и рифам, Душанбе, 1–8 июня 1983 года. – М., 1986. – С. 174–179. 9. Рифы Урало-Поволжья, их роль в размещении залежей нефти и газа и методика поисков / Под ред. М.Ф. Мирчинка. – М., 1974. 10. Савицкий В.И. Крайові бар'єрні карбонатні споруди Північного Донбасу – новий перспективний об'єкт пошукових робіт на нафту і газ на невеликих глибинах // Мінеральні ресурси України. – 2001. – № 4. – С. 9–10. 11. Самарская Е.В., Кельбас Б.И., Ершова Т.В. и др. О позднесерпуховском барьерном рифе северных окраин Донбасса // Методы поисков и разведки погребенных рифов. – М., 1983. – С. 124–128. 12. Уилсон Дж. Л. Карбонатные фауны в геологической истории. – М., 1980. 13. Aretz M. The Upper Viséan coral horizons of Royseux – the development of unusual facies in Belgian Early Carboniferous // Bull. Thoku University Museum. – 2001. – No 1. – P. 86–95. 14. Aretz M., Webb G. E. Western European and eastern Australian Mississippian shallow water reefs: a comparison // Proceedings of the XVth International Congress on Carboniferous and Permian Stratigraphy, Amsterdam, 2007. – P. 433–442. 15. Mandy D.J.C. Microbialite-sponge-bryozoan-coral framestones in Lower Carboniferous (late Viséan) buildups of Northern England (UK). Pangea: Global environments and resources // Canadian Society of Petroleum Geologists. – 1994. – Memoir 17. – P. 713–729.

Надійшла до редколегії 27.09.07

УДК 551.311.235.2

О. Іванік, канд. геол. наук, доц.

ГОЛОВНІ ОСОБЛИВОСТІ ВЗАЄМОЗАЛЕЖНОСТЕЙ ФАКТОРІВ ФОРМУВАННЯ СЕЛЕВИХ ПОТОКІВ У МЕЖАХ БАСЕЙНУ Р. АБРАНКА

Визначено та проаналізовано фактори формування селевих потоків у межах басейну річки Абранка Воловецького району Закарпатської області, визначено головні параметри селевого процесу та критичні значення їх силового впливу на інженерні споруди. Підтверджено доцільність використання отриманих даних у розрахунково-аналітичному модулі по кількісній оцінці впливу селевих потоків на функціонування природно-техногенних систем.

Factors of the mud flow formation of Abranka river basin (Volovetskiy region of Zakarpatskaya area) have been determined and analyzed. The main parameters of mud flow process and their critical values have been defined on the base of influence on engineering installations. This data can be used in the calculation-analytical module of the assessment of the mud flow influence on the nature-technical systems.

Вступ. Територія України відзначається значною ландшафтно-орографічною диференціацією та наявністю регіонів з різною геологічною будовою, що обумовлює суттєву різницю в інтенсивності та екстенсивності прояву ряду небезпечних геологічних процесів, що здійснюють негативний вплив на функціонування природно-техногенних систем. Серед них найкатастрофічнішими є сейсмічні процеси, гравітаційні, водно-гравітаційні явища та процеси комбінованого характеру. Найбільший розвиток вони отримують у регіонах із розчленованим рельєфом та передусім у гірських районах. Так, за даними МНС впродовж 2006 року в Україні виникло 137 надзвичайних ситуацій природного характеру. Серед них переважний розвиток та катастрофічний вплив мали гідрометеорологічні явища та процеси, що зумовили ускладнення в роботі енергетичної галузі, порушення умов життєдіяльності населення, ускладнення в агропромисловому комплексі, підтоплення та пошкодження приватних житлових будинків (зокрема, у Закарпатській області у червні сталося підтоплення 108

житлових будинків). Значний розвиток отримали і власне небезпечні геологічні процеси, активізувалися зсувні явища, що зумовили 12 надзвичайних ситуацій. Сума збитків, завданих зсувами об'єктам господарювання впродовж 2006 року, склала понад 40 млн гривень.

Одним із екзогенних геологічних процесів, що здійснюють негативний вплив на функціонування природно-техногенних систем, є селеві потоки, що мають переважний розвиток у гірських районах та характеризуються особливими гідрометеорологічними умовами виникнення. Аналіз останніх досліджень та публікацій, а також проведення експедиційних робіт у Воловецькому районі Закарпатської області підтверджує істотний вплив селевих потоків на руйнування населених пунктів, сільськогосподарських об'єктів, залізниць, автошляхів тощо, що призводить до значних економічних збитків [1, 2, 3]. У зв'язку з цим, необхідним є визначення комплексу факторів формування селевих потоків, проведення розрахунків їх впливу на різні інженерні споруди та здійснення прогнозних досліджень для попередження мож-

ливих наслідків цього небезпечного процесу та розробки превентивних заходів щодо їх негативної дії. Формування селів у гірських районах Карпатського регіону свідчить про наявність сприятливих геолого-геоморфологічних та гідрометеорологічних чинників виникнення цього процесу. Карпатські селі є тимчасовими грязьокам'яними гірськими русловими потоками, що характеризуються високим вмістом твердого матеріалу та різким підйомом рівня. Ці потоки відрізняються раптовим виникненням і швидким рухом (від 2 до 10 м/с) та виникають переважно внаслідок інтенсивних і тривалих злив.

Постановка проблеми. Непередбачуваність у часі і в просторі процесу селю, недосконалість мережі спостережень зумовили відсутність натурних вимірювань параметрів селів. Це призвело до серйозного відставання в розробці методик виявлення окремих параметрів селевих потоків, а також у створенні алгоритмів оцінки селенебезпеки окремих територій. У зв'язку з цим виявляється необхідною розробка математичної моделі селевого потоку та кількісної оцінки його впливу на техногенні споруди.

Відпрацювання аналітичних та інформаційно-аналітичних комп'ютерних засобів кількісної оцінки стану та прогнозу поведінки складних природно-техногенних систем потребує не лише усе більш складного математичного апарату та програмних можливостей, сучасних чисельних методів розрахунків, а й, перш за все, глибокого розуміння суті природних процесів, узагальнень значної кількості природних ситуацій та подій, котрі б дозволили після необхідної формалізації отримати адекватні і достатньо типові геологічні моделі, що можуть бути покладені в основу математичного моделювання. Більш того, робота з математичного моделювання та програмування потребує постійних співставлень із реальними геологічними об'єктами не лише для оцінки адекватності та якості математичних чи комп'ютерних моделей, а й для вибору та отримання низки необхідних для розрахунків параметрів середовищ або систем.

Аналіз факторів формування селів та визначення їх параметрів. Розробка розрахунково-аналітичного модуля для оцінки впливу селевих потоків на техногенні споруди передбачала розробку математичної моделі селевого потоку та використання аналітичних залежностей, що враховують як параметри самого потоку, так і морфометричні параметри його русла, а також кліматичні показники, що є визначними для формування селевого потоку. Оскільки головними факторами виникнення селевих потоків виступають кліматичні та мікрокліматичні умови, що визначають характер та кількість опадів, геологічна та геоморфологічна будова території та її вплив на динамічні умови формування та режим селів, а також техногенні процеси, що порушують динамічну рівновагу у межах природно-техногенних систем, то для розробки математичної моделі селевого потоку та моделювання його впливу на техногенні споруди необхідним було врахування перелічених вище факторів. Для цього використовувались розрахункові формули Т'єрі та Д. Соколовського, перша з яких розраховує швидкість селевого потоку, друга – швидкість та витрати селевого потоку [3].

Із використанням розробленого алгоритму проводились розрахунки повного нестационарного (динамічного) тиску селевого потоку на інженерну споруду, що є сумою динамічного та статичного тиску.

Оскільки у розрахунковому модулі вхідними параметрами виступають кількість опадів, тривалість зливи, площа водозбору, довжина русла до розрахункового створу, коефіцієнт стоку, ширина селевої течії на дні, кут нахилу лівого та правого схилів, густина селевого

потоку, кут нахилу селевого потоку, середній розмір твердої фракції, коефіцієнт тертя, то для перевірки адекватності створеного алгоритму та тестування програмного модуля проводились визначення вище перерахованих параметрів на прикладі басейну річки Абранка. Вона є лівою притокою р. Латориця, і може бути презентабельним модельним регіоном, оскільки саме на цій території 18 червня 2006 року спостерігались селеві потоки значної потужності, що призвели до економічних збитків, зокрема у с. Абранка Воловецького району Закарпатської області, яке знаходиться у долині однойменної річки. У цей час там було зруйновано мости через річку Абранка, пошкоджено будинки та господарські будівлі. Частину господарських будівель було занесено відкладами селевих потоків.

Для визначення емпіричних залежностей при дії селевих потоків та їх наступного використання у режимі ситуативного та прогнозного моделювання проводились детальні дослідження геолого-геоморфологічних та гідрометеорологічних показників, що є визначальними при оцінці селенебезпеки, причому кожний з них може мати самостійне значення.

Наведемо характеристики головних факторів формування селевих потоків у межах с. Абранка, які спричинили пошкодження господарських об'єктів.

Геоморфологічна будова району є типовою для гірських областей із переважанням середньо- та низькогірного ерозійно-тектонічного та денудаційного рельєфу, значною густиною горизонтального розчленування (до 2,5 км/км²), глибиною вертикального розчленування (до 100 м) та крутизною схилів (до 35–40°), що створює "енергію" для розвитку різноманітних екзогенних процесів. Р. Абранка має розгалужену сітку різнопорядкових притоків, що характеризуються різними морфометричними параметрами та у певних випадках мають самостійне значення при формуванні селів.

Кількість опадів на досліджуваний період сягала 50 мм. Тривалість зливи складала близько 40 хвилин, однак її інтенсивність була значною, що призвело до відчутного підвищення рівня руслових потоків до 1,5–2 м та відповідного зростання гідродинамічного тиску потоків, що впливали на різноманітні інженерні об'єкти. Площа водозбору кожного притоку та р. Абранка визначалась засобами ArcGIS на основі детального аналізу водозбірних басейнів і рельєфу у їх межах. Аналіз проводився із використанням цифрової моделі рельєфу дослідженого полігону та відповідного обрахування площі полігональних об'єктів.

Морфометричні параметри русел селевих потоків визначались впродовж польових робіт для кожного притоку, вони характеризувались наступними характеристиками: ширина русел змінювалась від 0,5 до 2,5–3 м, крутизна їх схилів від 10 до 40°. Слід відзначити морфологічну вузькість русел притоків та долини річки Абранка, що є одним із визначальних факторів катастрофічного впливу водно-грязьових та грязьокам'яних потоків на різні інженерні споруди. Переважна кількість притоків характеризуються V-подібною долиною із крутими схилами, їх довжина коливається від 560 м до 2,5 км.

Особливості формування твердої складової селів, їх гранулометричний і петрографічний склад визначаються геологічною будовою джерел матеріалу, геоморфологією долини, розмірами водойм та їх режимом. Для визначення густини селевого потоку проведено детальний аналіз складу та генетичних типів відкладів, що є головним постачальником матеріалу при формуванні селю. Доведено особливу роль четвертинних відкладів у формуванні селевих потоків, серед яких у селенебезпечному районі у межах с. Абранка розвинуті наступні

генетичні типи відкладів, які об'єднуються у парагенетичні комплекси, оскільки дещо проблематично виділити один домінуючий фактор у їх формуванні: делювіально-пролювіальні, делювіально-колювіальні, колювіальні, алювіальні, пролювіальні. Значний вплив на формування селів має потужність даних відкладів, яка є змінною у залежності від геоморфологічних умов та різноманітних екзогенних процесів. Делювіально-гравітаційні та делювіально-пролювіальні відклади є головним постачальним пухкоуламковим матеріалом у басейні р. Абранка, їх потужність змінюється від 0,5 до 10 м.

По долині р. Абранка та її головних селевих притоках по схилах інтенсивно розмиваються делювіально-пролювіальні відклади у межах промоїн, улоговин на схилах та ярів. Інколи спостерігаються потужні конуси виносу тимчасових водних потоків та струмків, які також виступають важливим постачальником матеріалу для селевих потоків. Часто у межах лівого схилу р. Абранка таким джерелом є зсуви, опливини, обвали. Перезволожений пухкоуламковий матеріал сповзає по схилах, інколи з кущами та деревами, захоплюючи схил на глибину до 1 м.

Алювіальні відклади у межах р. Абранка також беруть участь у селеформуванні. Вони складають низьку та високу заплави, а також фрагменти надзаплавних терас, підмивання та розмивання яких сприяє залученню цього матеріалу у сформований селевий потік. Алювіальні відклади представлені уламками корінних порід різного розміру, як заповнювач присутні гравійно-жорсткості супіщані та суглинисті утворення. Розмір уламків від 0,1 до 0,5 м, зустрічаються валуни та брили розміром до 1 м, обкатаність уламків – від середньої до поганої. Потужність алювіальних відкладів складає від 1 до 7 м. Врахування складу генетичних типів відкладів дозволяє розрахувати густину селевого потоку, яка складає близько 2 т/м^3 .

Значний вплив на силовий ефект селевого потоку має показник витрат потоку, який залежить як від морфологічних характеристик русла, від кількості опадів, так і від величини стоку у момент формування селевого потоку. Глибина потоку у межах річки Абранка складала 3 м, що призвело до руйнування залізобетонних містків, а у межах більшості її притоків – близько 1, 5 м. На збільшення водності потоків під час зливи впливала ще і незначна задернованість схилів, що провокувало інтенсивний площинний стік та часткове вимивання дрібної фракції делювіального матеріалу. Додатковим фактором виступає техногенний вплив на динаміку схилів, обумовлений наявністю густої мережі стежок.

Загалом режим та динаміка селевого потоку визначаються також зміною живої сили потоку за руслом. Максимальний силовий ефект селевий потік має у середній частині русла до формування конусу виносу, де відбувається головне розвантаження твердої складової селевого потоку, після чого жива сила потоку різко знижується і гідродинамічна сила та тиск характеризуються зменшенням числових значень. Тому довжина потоку до розрахункового створу є одним із визначальних параметрів дії селів. У межах приток річки Абранка такі природні бар'єри встановлено на різній відстані від гирла потоку, однак вона не перевищує 50–80 м, а інколи конус виносу спостерігається і у межах самого гирла, що визначається морфологією долини потоку.

Як приклад слід навести наступні параметри та фактори виникнення селю у межах правого притоку р. Абранка, що пошкодив господарські будівлі у межах будинку № 129. Притока являє собою русло тимчасового водного потоку, ширина якого складає 0,5 м, глибина врізу – 0,5 м. Через 80 м вверх проти течії ширина русла досягає 0,5–1,5 м. Правий схил має крутизну 45° , відносно перевищення над дном долини – 5 м. Лівий схил характеризується крутизною 32° і відносним перевищенням над дном долини – 5 м. У руслі відслонюються відклади дво-, місцями трикомпонентного флішу, представлені перешаруванням аргілітів і алевролітів, місцями з включеннями пісковиків та ходами заліковування тріщин кварцом. На лівому схилі фіксуються фрагменти пролювіальної тераси. Вверх проти течії глибина врізу збільшується до 6–8 м по обох бортах. Довжина русла потоку складає 2,7 км, у межах русла у гирловій частині спостерігається потужний конус виносу, складений різноуламковим матеріалом із середнім діаметром часток близько 15–20 см. Схили потоку практично незадерновані, складені делювіально-колювіальним матеріалом, із численними промоїнами і борознами, що при частковому розмиві є джерелом формування селевого матеріалу.

Отже, контроль селевого процесу у межах р. Абранка та її приток надав можливість визначити реальні фактори та параметри селевих потоків, що дозволяють проаналізувати критичні значення силового впливу цих потоків на інженерні споруди. Враховуючи руйнування залізобетонних конструкцій та окремих господарських об'єктів визначено, що критична гідродинамічна сила селевого потоку складає 1,9 т. Цей параметр може бути використаний у розрахунково-аналітичному модулі у режимі моделювання впливу селевого потоку та його кількісної оцінки з метою отримання важливих параметрів селевого процесу, зокрема коефіцієнту стоку, визначення якого у гірських районах Карпат є проблемним питанням у зв'язку зі складністю ландшафтно-орografічної обстановки та зміною фізико-механічних параметрів відкладів. Дана методика може бути використана і для визначення інших параметрів, зокрема глибини селевого потоку, кількості опадів, тривалості злив тощо.

Таким чином, аргументується необхідність застосування засобів кількісної оцінки впливу селевих потоків на інженерні споруди. Визначення реальних параметрів селевих потоків надає можливості отримання емпіричних даних щодо критичних значень навантажень на інженерні споруди та створює необхідне підґрунтя для подальшого прогностичного моделювання їх впливу. Таке моделювання складає основу визначення співвідношень між різними факторами формування селів, проведення аналізу їх можливих комбінацій у межах різних територій та отримання висновків та рекомендацій щодо запобігання їх катастрофічним наслідкам.

1. Багрій І.Д., Блінов П.В., Гожик П.Ф., Кожем'якін В.П. Активізація небезпечних геологічних явищ у Закарпатті як наслідок екстремальних паводків. – К., 2004. 2. Рудько Г.І. Інженерно-геоморфологічний аналіз Карпатського регіону України. – Львів, 2002. 3. Шевчук В.В., Горбань В.О., Іванік О.М. Комп'ютерне моделювання впливу селевих потоків на інженерні споруди // Вісник Київського університету. Серія Геологія. – 2007. – Вип. 42. – С. 117–119.