

УДК 551(477)

О. Гуда, асп.

ПОРІВНЯННЯ ФАКТОРІВ ФОРМУВАННЯ СЕЛЕВИХ ПРОЦЕСІВ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ТИСА (ЗАКАРПАТТЯ)

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, доц. О.М. Іванік)

Визначено та проаналізовано основні чинники формування селевих потоків в басейні річки Тиса в межах Тячівського та Воловецького районів Закарпатської області. Розглянуто небезпечні геологічні процеси, що відбулися в період 1998–1999 рр., 2006 р. та відбуваються на сучасному етапі. Наведено детальну геолого-геоморфологічну характеристику району робіт. Підтверджено необхідність класифікації селевих потоків в межах Карпатського регіону з врахуванням гідрологічних особливостей селенебезпечних басейнів та доцільність розробки методів та засобів прогнозування впливу селевих потоків з врахуванням їх класифікаційних ознак.

Main factors of debris flow formation of Tysa river basin in Tyachivskyu and Volovetskyu regions of Zakarpatska area have been determined and analyzed. The dangerous geological processes that have been formed in 1998–1999, 2006 and are formed today were considered. The detailed characteristics of geological and geomorphologic structure of the studied area are given. The necessity of classification of debris flows in the Carpathian region including hydrological features of debris flows' basins is confirmed. It was emphasized that the methods of debris flow prediction and influence must be divided taking into consideration particularities of classifications.

Вступ. Серед природних катастроф, що завдають великих збитків як навколишньому середовищу, так і економіці країни, важливе місце посідають небезпечні екзогенні геологічні процеси, до числа яких відносяться і селі. Гірський рельєф, клімат та антропогенний вплив створюють всі передумови для розвитку селевих явищ у Карпатах.

Вивчення селевих процесів на території України почалося з середини минулого століття. До 70-х років проходив процес накопичення інформації щодо розповсюдження селевих явищ на території України та природних умов їх формування. Проте більшість питань селевої проблематики не отримали достатньо повного висвітлення, через складність їх дослідження в природних умовах, значну віддаленість та непрохідність територій, де вони виникають, раптовість та швидкість проходження тощо.

Постановка завдання. Діапазон факторів, що сумарно впливають на формування селевих потоків, є досить широким як для Карпатського регіону, так і для всього світу. Одні з них можуть бути розглянуті як фундаментальні, головні, а інші як другорядні, допоміжні. Вивчення селевих потоків у всьому світі показують, що найбільш ефективними є регіональні дослідження, що дозволяють визначити чинники активізації зазначених явищ та розробити засоби попередження шляхом моделювання для конкретних територій.

Натурні обстеження, що проводились в межах Карпатського регіону впродовж 2006–2012 років та охопили частини Свалявського, Воловецького, Іршавського та Тячівського районів Закарпатської області, дозволили встановити певні закономірності та відмінності у виникненні та протіканні селів у басейнах з різною гідрографічною будовою, що визначається геолого-геоморфологічними та структурно-тектонічними особливостями будови даного району. Було відзначено значну диференціацію потоків за довжиною, кутами нахилу та морфологією долин, ступенем покриття рослинністю схилів, літологією та механічними властивостями породних комплексів, що розвиваються.

Характеристика об'єкту досліджень. В межах Карпатського регіону переважають низькогірні і низькоселеносні басейни, у яких селі викликаються багатьма чинниками, головними серед яких є зливові дощі. Більшість селевих потоків формується при проходженні інтенсивних злизових дощів з кількістю опадів 50–100 мм/добу (53 % випадків), 20–50 мм/добу (30 % випадків) і у 14 % селепроявів з опадами більше 100 мм/добу, однак відмічаються також випадки виникнення селів внаслідок тривалих дощів [1].

Ділянками, де проводились аналітичні дослідження, виступили басейни річок Абранка Воловецького району,

Мокрянка та Брустуранка Тячівського району, що належать басейну річки Тиса. У всіх цих ділянках в різні періоди відбулося катастрофічне сходження селевих потоків. Ця територія є досить густо заселеною. На сільську забудову мають вихід гирла струмків, що впадають в р. Брустуранку (с. Лопухів), лівобережні притоки р. Мокрянка в межах селищ Руська та Німецька Мокра. По долині р. Мокрянка до гирла струмка Прислоп і далі за західну межу вивченої території прокладено газопровід "Союз".

Навесні 1998 року та восени 1999 року в долинах річок Мокрянка та Брустуранка, а саме в населених пунктах Німецька та Руська Мокра, Усть-Чорна та Лопухів великої шкоди завдали селеві потоки. Було приведено в непридатність та зруйновано житлові будівлі. Річковими наносами (гравій, брили, тощо) захаращені присадибні ділянки та окремі відрізки автодороги, яка крім того зазнала часткової руйнації бічною ерозією. Проліувальним матеріалом селевих конусів виносу було частково засипано присадибні ділянки. В с. Руська Мокра селевий потік струмка Нижній Плак засипав житловий будинок, що призвело до трагічної загибелі чотирьох мешканців. В присілку Яблуниця (поздовж однойменного струмка) с. Лопухів паводком та селевими конусами виносу було зруйновано кілька сільських садіб [2].

По р. Абранка, що є лівою притокою р. Латориця, у однойменному селі, сходження катастрофічних селів відбулося 18 червня 2006 року, що призвело до руйнування мостів через р. Абранка, пошкодження будинків та господарських будівель, частина з яких була занесена відкладами селевих потоків.

Прояв та постійне оновлення селевих потоків в межах описаних територій дозволяє використовувати їх як ілюстративні об'єкти для детальних досліджень та збору інформації, визначення емпіричних залежностей при дії селевих потоків та їх наступного використання у режимі ситуативного та прогнозного моделювання [5].

Порівняння та аналіз факторів формування селів у басейнах з різною геолого-геоморфологічною та гідрографічною будовою. Формування селю визначається переважно геологічними, гідрометеорологічними й геоморфологічними чинниками, окрім яких, значний вплив на селеутворення здійснюють ботанічні, гідрогеологічні та антропогенні особливості певного регіону. Наслідки, що несуть за собою селеві потоки, визначаються перш за все поєднанням цих чинників. У результаті досліджень було встановлено дещо відмінне поєднання основних факторів, що визначаються будовою території, та, відповідно, зафіксовані різні сценарії проходження селевих потоків у різних ділянках досліджень.

Порівняємо головні фактори формування селів, що є визначальними при оцінці параметрів селевого процесу, в долинах річок Мокрянка, Брустуранка та Абранка.

Згідно з існуючою орографічною класифікацією Карпатського регіону, долина р. Мокрянка потрапляє в район низькогірського рельєфу і повздовжніх долин Воловецької верховини. Поперечний профіль долини асиметричний: правий (південно-західний) борт крутий, лівий (північно-східний) – більш пологий, де зустрічаються тераси вищих рівнів. Долина річки Брустуранка, яка потрапляє до району середньовисотних хребтів Привододільних Горган, в нижній течії (с. Лопухово) має найширшу (до 750 м) долину V-подібної форми, з добре розвинутим комплексом терас (I-III), а близько гирла – з меандруючим характером русла, що викликано нерівномірним за швидкістю підняттям окремих блоків. У межах території досліджень розвинутий морфологічний комплекс середньогірського (висоти – понад 1700 м), глибоко розчленованого (глибина розчленування понад 1000 м), крутосхилого (кути схилів сягають 35–45°) тектоніко-денудаційного рельєфу області стійкого підняття.

Системи річок Мокрянка і Брустуранка, які зливаються і утворюють р. Тересва, являють собою типові гірські річки з швидкою течією (1–1,5 м/сек) і значною кількістю корінних виходів порід в прируслових частинах. Річки мають досить густу мережу приток: на 1

кв.км площі припадає приблизно 1 пог.км долин річок та струмків [2].

Геоморфологічна будова долини р. Абранка є типовою для гірських областей із переважанням середньо- та низькогірського 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 (рис. 1,б).

На процеси формування селів мають значний вплив також гідрологічні умови селевого басейну. Морфометричні параметри русел селевих потоків визначались впродовж польових робіт для кожного притоку, вони характеризуються наступними характеристиками: ширина русел змінюється від 0,5 до 2,5–3 м, крутизна їх схилів від 10 до 40°. Слід відзначити морфологічну вузькість русел притоків та долини р. Абранка, що є одним із визначальних факторів катастрофічного впливу водно-грязьових та грязьокам'яних потоків на різні інженерні споруди.[3]. Переважна кількість притоків характеризується V-подібною долиною із крутими схилами, їх довжина коливається від 560 м до 2,5 км.



Рис.1. Долини річок: а) Мокрянка (фото з лівого схилу струмка Бобравинський); б) Абранка

Притоки р. Мокрянка мають значну довжину, що сягає 3000 м. Струмки мають деревоподібний рисунок в плані, з багатьма бічними притоками. Характеризуються значним нахилом русла від витоків до гирла, що сягає 35–45°. Наприклад, струмок Нижній Плаїк при довжині 1300 м має перевищення 500 м, що складає 10 м на 100 м, або 21°. У більш довгих струмках з розробленою долиною нахил русла у нижній течії значно менший, але в верхів'ях приблизно такий же. Більшість притоків мають коритоподібний профіль, а ширина днища коливається від 5 м до 10 м. Потужність алювіальних відкладів сягає від 0,2–0,3 м до 1–4 м. Тераси, як правило, відсутні (рис. 2,а,в). Подібні характеристики має р. Брустуранка з її притоками. Тобто, кожна притока річки являє собою селенебезпечний потік та має великий конус виносу, що постійно оновлюється новими надходженнями селевого матеріалу.

Особливу увагу викликає долина струмка Яблуниця (присілок Яблуниця с. Лопухово), що пояснюється морфоструктурними відмінностями у будові річкової долини. Струмок має досить вузьку долину, ширина якої коливається від 300 до 600 м. Ширина русла струмка – 5–10 м, поперечний профіль – коритоподібний. Схили терасовані зсувними тілами та мають крутизну

40–45°. Довжина струмка сягає 6000 м. Потік має густу систему лівих притоків. Їх налічується більше 16. Довжина притоків змінюється від 800 м до 2000 м. Струмки мають V-подібний профіль русла, ширина якого складає 3–6 м. Нахил бортів притоків – 30–40°. Розвантаження селевого матеріалу більшості притоків відбувається у руслі головного струмка, а деякі праві притоки мають вихід на житлові будівлі. Усі струмки разом з притокою вищого порядку прорізають флішові утворення стрийської світи. На період активізації селевих потоків у 1998 році у присілку Яблуниця відбулося одночасне сходження селів по лівих та правих притоках струмка [2]. Розміри конусів виносу притоків були тими ж: довжина змінювалась від 50 до 100 м, ширина – 30–50 м, потужність відкладів сягала 2 м. Об'єм селевого матеріалу в середньому дорівнював 2000 м³ (рис. 2,б).

При масовому одномоментному сході селевих потоків, через інтенсивне живлення струмка Яблуниця матеріалом зносу його притоків, почала працювати основна водотока, тобто потік Яблуниця, що призвело до виникнення паводку, затоплення будівель, що розташовані в долині струмка, руйнування мостів через потік. Значна руйнівна сила потоку пояснюється ще й високим вмістом твердої складової (уламків гірських порід, неконди-

ційної деревини тощо), що була знесена в основне русло активізованими селевими потоками. Таким чином, в даному випадку важливу роль зіграла морфологічна

вузькість долини струмка Яблуниця, яка в свою чергу визначена структурно-тектонічною характеристикою території (рис. 3,б).



Рис.2. Конуси виносу селевих потоків:

а) струмок Бобравинський, ліва притока р. Мокрянка (с. Німецька Мокра); б) ліва притока струмка Яблуниця (прісілок с. Лопухів); в) струмок Росошний, права притока р. Мокрянка (с. Руська Мокра)

Склад твердої складової селів визначається перш за все літологічним складом порід, що складають ділянку досліджень. Ступінь впливу літологічного чинника визначається механічними властивостями порід, що складають схил. Якщо схил складений стійкими до різноманітних екзогенних процесів породами, то роль літологічного фактору зменшується, а основну роль у формуванні селю виконують четвертинні пухкі відклади. Важливу роль виконують механічні параметри порід такі як когезія, коефіцієнт пористості, відносна проникність, густина, пружні характеристики тощо.

У формуванні селевих потоків в долинах річок було відзначено особливу роль четвертинних відкладів, серед яких у селенебезпечних районах 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 [3]. 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 постачальником пухкоуламкового матеріалу у басейні р. Абранка, їх потужність змінюється від 0,5 до 10 м. Алювіальні відклади у межах р. Абранка також беруть участь у селеформуванні. Вони складають низьку та високу заплаву, а також фрагменти надзаплавних терас, підмивання та розмивання яких сприяє залученню цього матеріалу у сформований селевий потік. Потужність алювіальних відкладів складає від 1 до 7 м. Корінні породи відслонюються у нижній частині русла річки і представлені палеогеновими флішодними відкладами, що характеризуються перешаруванням аргілітів, алевролітів та пісковиків. Продукти їх руйнування потрапляють до водно-грязьового потоку (рис. 3,а).

У формуванні твердої складової селевих потоків в межах Тячівського району важливу роль відіграли також елювіально-делювіальні, делювіально-колювіальні, алювіальні та пролювіальні відклади. Проте, зважаючи на те, що долина р. Мокрянка розташована в межах найбільш сприятливих для утворення зсувів відкладах – чорносланцева товща нижньомелітової підсвіти олігоцену, що представлена тонкоритмічним перешаруванням аргілітів, алевролітів та пісковиків, інколи з прошарками кременів, які залягають на незначній глибині від денної поверхні, уламки флішових порід є невід'ємною складовою селевих потоків. Формування зсувів у нижніх частинах схилів

зумовлює осування стінок відриву у русла струмків. Таким чином, четвертинні утворення та значною мірою уламки флішових порід, що потрапляють до русел потоків в результаті різнохарактерних гравітаційних явищ, формують тверду фазу селевого потоку.

Долина р. Брустуранка, а саме у с. Лопухово (з присілком Яблуниця), розташована в межах нерозчленованих товщ стрийської світи, яка представлена різномітним піщано-глинистим флішем з прошарками вапняків [2].

Сучасні та древні селеві відклади спостерігаються у гирлах більшості приток річок Мокрянка та Брустуранка (рис. 2,а-в). Старі конуси виносу, що знаходяться у гирлах струмків, по площі і потужності значно перевищують сучасні (свіжі). Потужність пролювіальних відкладів в гирлах деяких струмків сягає 10–15 м, площа конусів виносу сягає кількох гектарів. У таких випадках русло струмка або прорізає конус виносу, або конус виносу відхиляє місце впадіння струмка у водоток нижчого порядку. В останньому випадку зміна напрямку русла в пригирловій частині гасить швидкість селевого потоку і його розвантаження проходить саме в цьому місці.

Слід зазначити, що в результаті досліджень було встановлено важливу роль зсувів в утворенні селевих потоків (рис. 3,а) Їх роль полягає не лише в постачанні твердого матеріалу у русло селевого потоку, а і у перекритті русел струмків.

Накопичення уламкового матеріалу вище запруд відбувається до досягнення певної критичної межі. В разі раптового прориву, а не поступового розмиву запруди виникає висока загроза селевого потоку. Утворення запруди має проходити не дуже далеко від гирла, а русло струмка нижче запруди має бути прямим, тому що в протилежному випадку селевий потік розвантажуватиметься в руслі, не доходячи до гирла. Дослідженнями встановлено, що зсуви відіграють особливу роль у виникненні селів в межах приток р. Мокрянка. Одною з причин сходження багатьох катастрофічних селів в басейні р. Мокрянка визнано прорив запруд, що сформувалися в межах потоку. Перекриття русла тілами зсувів були зафіксовані і на сучасному етапі (літо 2011), тобто відбувається накопичення енергії, вивільнення якої загрожує формуванням нових селевих потоків (рис. 3). Так, наприклад, одне з таких зсувних тіл, що має розмір 10х10 м зафіксовано в руслі струмка Медвежик (ліва притока р. Мокрянка). Це стінка відриву зсуву, що відбувся в корінних відкладах, представлена флішем. У цілому, в руслі потоку зафіксовано велику кількість уламкового матеріалу, зокрема брил пісковиків, діамет-

ром до 5 м. Така насиченість потоку уламковим матеріалом сприяє формуванню селевих потоків за відповідних умов. Схили струмка терасовані завдяки зсувам та складені делювіально-колювіальним матеріалом. У межах правого схилу зафіксовано тіло зсуву шириною до 150 м, довжиною – 130–140 м. Поверхня нерівна горби-

ста. Залісненість погана. Місцями спостерігаються системи стежок, в межах яких відсутня задернованість і які слугують постачальником матеріалу для формування селю в періоди тривалих дощів. Подібні характеристики мають більшість лівих приток р. Мокрянка, що визначає високу ймовірність розвитку селів по цих струмках.



Рис. 3. Русла селевих потоків: а) формування запруды в результаті перекриття русла струмка Медвежик зсувним тілом (ліва притока р. Мокрянка); б) русло струмка Яблуниця, акумуляція селевого матеріалу в руслі та по обох бортах потоку

Як висока ступінь дроблення гірських порід та інтенсивна тріщинуватість, так і рельєф території та її морфоструктурні характеристики визначаються перш за все структурно-тектонічними умовами регіону. Тектонічні фактори поглиблюють і посилюють вплив літологічних факторів, особливо коли вони поєднуються з різновидами флішу, представленим перешаруванням аргілітів, алевролітів та пісковиків.

Важливими чинниками, що впливають на виникнення селевих явищ, є залісненість та задернованість схилів та техногенний вплив. Самі крони дерев затримують більшу частину опадів, сприяючи ослабленню стоку й розсередженню його в часі, а трав'янистий покрив – зменшенню водопроникності ґрунтів. Навіть при відсутності лісу чагарниковий і трав'янистий покрив добре захищає поверхню гірських порід від вивітрювання й руйнування. Задерновані, покриті травою й чагарником ділянки схилів, як правило, не є осередками твердого живлення селів.

Проте в результаті антропогенного впливу ступінь залісненості території значно знизилась. Площа рідколісся в районі с. Лопухово складає близько 1600га, захоплюючи як правий, так і лівий схили р. Брустуранка до самого вододілу. По р. Мокрянка рідколісся простягається полосаю в 10км від гирла до її правого притоку – струмка Прислоп, охоплюючи околиці сіл Руська та Німецька Мокра (по правому березі до 1 км, а по лівому до 0,5 км вгору по схилу). Залісненість у населених пунктах Лопухово, Руська Мокра та Німецька Мокра, з врахуванням площ полонин, вирубок лісу та рідколісся, складає близько 50 % площі [2]. До того ж на лісосіках і в руслах струмків залишається багато порубочних залишків: гілки, некондиційна деревина, тощо, які під час злив змиваються і зносяться у русла струмків, що суттєво знижує пропускну здатність останніх. Наявність деревних остатків у водному потоці призводить до утворення затворів в місцях різкого звуження русла (каньйоноподібна долина, різкий поворот, тощо) та локальних підйомів рівня води вище загати. Прорив таких затворів призводить до утворення селевого валу і значно підсилює руйнівну силу водного потоку на берегові споруди та укріплення.

Додатковим техногенним фактором в долині р. Абранка є наявність густої мережі стежок та незначна задернованість потоків, що провокувало інтенсивний

площинний стік та часткове вимивання дрібної фракції делювіального матеріалу.

Немає жодних сумнівів, що тригерним у активізації селевих потоків є метеорологічний фактор, тобто власне початок селю провокує необхідна для цього кількість опадів. Важливо встановити так званий "пороговий рівень" опадів. Зазначений показник буде варіювати в межах різних територій в залежності від порід, якими складена ділянка досліджень, гідрологічних та геоморфологічних характеристик території тощо.

Кількість опадів характерна Тячівському району найвища в області і сягає 1600мм на рік. Стійкий сніговий покрив утворюється в листопаді і зникає в квітні. Влітку дощі випадають майже щодня; на висоті 800–1000м і вище вони часто перетворюються в снігопади, які супроводжуються різким падінням температури повітря (до 1°–4°). На протязі року на річках може пройти до 10–12 повеней. В долині річки Абранка кількість опадів на досліджуваний період сягала 50 мм. Тривалість зливи складала близько 40 хвилин, однак її інтенсивність була значною, що призвело до значного підвищення рівня руслових потоків до 1,5–2 м та відповідного підвищення гідродинамічного тиску потоків, що впливали на різноманітні інженерні об'єкти [3].

Крім того, живлення водною складовою селевого потоку відбувається навесні що й в результаті танення снігу. У випадках коли зливи проходять у період сніготанення ймовірність виникнення селю істотно підвищується. Зміна пір року та великі температурні коливання призводять до інтенсифікації процесів вивітрювання, в результаті чого зростає кількість уламкового матеріалу у руслах струмків, де є виходи корінних порід.

Багато дослідників вказують на те, що при вивченні селевих потоків та їх прогнозній оцінці слід зважати на прояв зазначених явищ у часі, тобто на їх повторюваність в межах певних територій. Існує думка, що сліди селевого потоку в межах схилу є хорошим індикатором того, що за повторення необхідних умов активізація селю відбудеться знову. Таким чином, беручи до уваги емпіричний матеріал, параметри селевого потоку, що відбувся, моніторингові дані, а також прогнозні показники опадів, за допомогою ГІС-систем можна передбачити активізацію селів в конкретних регіонах і таким чином уникнути настільки масштабних наслідків, як у випадках коли цього ніхто не очікував.

Висновки. Аналіз селевих процесів в басейнах річок Мокрянка, Брустуранка з притокою Яблуниця та Абранка ілюструє певні відмінності у системі сходження селів на територіях з різною геолого-геоморфологічною та гідрологічною будовою та диктує необхідність створення класифікації селевих потоків для Карпатського регіону, зокрема для басейну річки Тиса, з урахуванням будови селевих басейнів, довжини та ширини русла, характеру живлення, ступеню звивистості русла, ширини долини основного водотоку тощо. Шляхом дослідження селенебезпечних районів визначено, що гідрологічні умови селевого басейну в більшості випадків є визначальними у формуванні та протіканні селевих потоків. Врахування класифікаційних особливостей селевих потоків при оцінці селенебезпеки та підрахунках прогнозного впливу на інженерні споруди дозволить

більш точно розрахувати ймовірність впливу селів на різні об'єкти та систематизувати існуючі методи моделювання відповідно до класифікаційних особливостей для того чи іншого регіону.

1. Баєрій І.Д., Блінов П.В., Гожик П.Ф., Кожем'якін В.П. Активізація не-безпечних геологічних явищ у Закарпатті як наслідок екстремальних паводків. – К., 2004. – 210 с. 2. Гречко В.П., Приходько М.Г та ін.. Звіт про геологічну зйомку масштабу 1:50 000 аркушів М-34-132-Б, М-34-132-Г (Усть-Чорна) на площі 684 кв. км. Геологічна будова та корисні копалини басейнів рік Мокрянка і Молода, площа Усть-Чорна. – Львів, 2008. – Книга 1. – 177с. 3. Іванік О.М. Головні особливості взаємозależностей факторів формування селевих потоків у межах басейну р. Абранка // Вісник Київського університету. Серія Геологія. – Вип.43. – 2008. – С.16–19. 4. Флейшман С.М. Сели. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 312 с. 5. Шевчук В.В., Іванік О.М., Лавренюк М.В. Розробка засобів комп'ютерного моделювання селевої небезпеки в межах Карпатського регіону// Теоретичні та прикладні аспекти геоінформатики. – К, 2009. – С. 307–318.

Надійшла до редколегії 21.01.12