

Херхеулидзе Г. И

Институт Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета, Тбилиси

УДК: 556.123+627.4(048)

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ ПРЕДЕЛЬНОГО НАСЫЩЕНИЯ В МЕТОДАХ РАСЧЕТА МАКСИМАЛЬНОГО СЕЛЕВОГО СТОКА

Селевой поток - это перемещение по руслу высококонцентрированной смеси жидкой и твердой компоненты. Источниками твердого материала для образования селевых потоков служат: продукты денудационных процессов - рыхлообломочные материалы, накапливающиеся на склонах и поступающие в русло неорганизованные отвалы отработанной горной породы, беспорядочно сваливаемой на прирусловые склоны и берега горных рек. (Твердая компонента может включать воду в виде снега и льда, а также любые твердые материалы захваченные потоком, и даже целиком состоящие из этих материалов). Повышенная опасность трансформации твердых материалов в селевой сток возникает в зонах оползней, обвалов, особенно если они полностью перекрывают русло, образуя плотины, а также в зонах расположения земляных плотин, в случае их прорыва.

Источником жидкой составляющей селевых потоков являются: дождевые осадки, (преобладающий генезис), объём и интенсивность которых достаточны для приведения в движение рыхлообломочных материалов в виде селевого стока; заполненные водой (или любыми другими жидкостями) емкости, искусственных и естественных озер и любых водохранилищ образованных плотинами различного генезиса (гляциального, тектонического, обвального, оползневого, техногенного и т.п.); водяные смерчи, обрушивающиеся в горных ущельях.

Для оценки селевой опасности и выработки защитных мероприятий необходимы данные, характеризующие условия образования селей, и параметры селевого стока (расход, плотность, скорости течения и уровни затопления, объёмы наносов жидкого и твердого материалов). Расчет этих параметров основывается на определенных концепциях и моделях формирования и трансформации селевого потока в процессе движения по руслу. Развитие различных подходов к описанию этих сложных многофакторных процессов можно проследить по работам, опубликованным в трудах селевых конференций

Процесс существования селевого потока условно делится на три стадии формирование, транзитное движение и остановка. Механизм взаимодействия составляющих селевую массу воды и рыхлообломочных материалов в зависимости от их гранулометрического и минералогического состава может быть различным на всех трех стадиях, также как может быть различной и направленность процессов изменения концентрации твердого материала (содержание грунта в потоке). Так, селевые потоки могут возникать в результате переувлажнения и быстрой потери устойчивости рыхлообломочных масс скопившихся в селевых очагах с крутыми уклонами склонов и русла, с последующим переходом в течение в виде руслового потока, а могут образовываться в результате насыщения грунтом мощного паводкового или прорывного водного потока. В первом случае плотность селевой массы близка к предельной уже в момент начала движения, и на всех трех стадиях, как правило, меняется незначительно, если не происходит ее разжижение в результате обильной боковой приточности на устойчивых к размыву участках речной долины. Во втором случае водный сток трансформируется в селевой в результате набора рыхлообломочного материала в процессе движения потока за счет вбирания руслового и склонового рыхлообломочного материала, причем колебания плотности могут быть значительными за счёт отложения части твердого материала на пологих участках русла и образования прибрежных валов, либо нового набора его на участках с более крутым уклоном.

Формирование и движение селевого потока - сложный, многофакторный процесс, описание которого возможно путем выделения основных факторов, с последующей настройкой модели на максимальное соответствие фактическим данным.

К числу моделей и основанных на них методов расчета характеристик селевых потоков различного генезиса, имеющих практическую реализацию, наряду с известными моделями КазНИИ, ГГИ, ГрузНИИГиМ, относится модель интегрального селевого стока (т.н. «методика ЗакНИИ», построенная на концепции предельного насыщения (автор концепции и модели И. И. Херхеулидзе). Апробированная в ведомственных нормах ВСН 03-76 [1], она в дальнейшем совершенствовалась рядом разработчиков (самим автором, а также Г.И.Херхеулидзе), и имеет широкое применение в проектной практике, в особенности в сфере транспортного строительства, прокладки коммуникаций через селевые водотоки.

В основе построения методики расчета характеристик селевого стока (Инструкция ВСН 03-76, [1]) лежит концепция предельного насыщения селеформирующего водного стока [2], которая получила развитие в [3,4] и др. Уравнение баланса объемов компонентов, слагающих селевую массу (V_C), прошедшую через расчетный створ в заданный промежуток времени $T = t_2 - t_1$, записывается в следующем виде:

$$V_C = V_T + V_{П} + V_B = V_T + (V_{ВП} + V_{ВЗД}) + V_B, \quad (1)$$

включая поступивший с грунтом воздух, и

$$V_C = V_T + V_{П} + (V_B - V_{ВЗД}), \quad (2)$$

если воздух замещён частью поступившей воды.

V_T , $V_{ВП}$, V_B , $V_{ВЗД}$ - соответственно объёмы твердой компоненты в плотном теле (грунта без учета объема пор), воды, заполнявшей поры грунта, воды внешних источников (ливневого, поверхностного стока, прорывного стока и т.п.), воздуха заполнявшего поры грунта. Расход селя, осредненный за расчетный промежуток времени Δt , при этом равен $Q_{CP} = V_{CA} / \Delta t$. Приведенные соотношения могут рассматриваться в дифференциальной форме. Селевая смесь (масса) характеризуется соотношениями: $V_T / V_C = S_0$ - объёмная концентрация; $V_{П} + V_B / V_T = \epsilon_C$ - коэффициент пористости селевой массы; $\delta = V_{П} / (V_{П} + V_B)$ - коэффициент, характеризующий соотношение объёмов пор селеформирующего грунта и селевой массы (или раздвижку пор селеформирующего грунта при смешении с водой внешних источников). В качестве одного из основных

Таблица 1 Удельные коэффициенты селеактивности z_i (I - селевые очаги примыкающие к селевым руслам, II - селевые очаги не связанные непосредственно с русловой сетью)

категория	Характеристики (категории) участков характер и степень развития эрозионных процессов	Индекс пород	z_i	
			I	II
1	Зоны накопления рыхло-обломочного материала в мощных эрозионных врезках, у границ ледников и снежников. Конусы выноса селевых притоков и лавинных лотков. Русла и террасы главного тальвега и основных притоков, выполненные мощными отложениями рыхлых материалов, с неустойчивыми склонами, подрезанными при проходе высоких вод	K1	1,0	0,80
		K2	0,90	0,85
		K3	0,85	0,80
		K4	0,80	0,75
		K5	0,75	0,70
		K6	0,70	0,65
2	Обнаженные крутопадающие склоны, подверженные интенсивному выветриванию, зоны развития обвалов, камнепадов, оползней и осыпей (сформировавшиеся селевые очаги)	K1	0,80	0,70
		K2	0,70	0,60
		K3	0,65	0,55
		K4	0,55	0,45
		K5	0,50	0,40
		K6	0,45	0,35
3	Зоны под пахотой или изреженным лесом и кустарником с выбитой подстилкой, с повреждением почвенного покрова и обнажением коренных пород (селевые очаги в начальной стадии формирования)	K1	0,40	0,30
		K2	0,35	0,25
		K3	0,30	0,20
		K4	0,15	0,15
		K5	0,10	0,10
		K6	0,10	0,10
4	Зоны под сомкнутым лесом с нормальной подстилкой, но при плохо организованном лесном хозяйстве, с возможным образованием карчехода и заломов	-	0,10	0,05
5	Зоны под альпийскими лугами с полноценным дерновым покровом и нормально организованным выпасом скота	-	0,06	0,04
6	Зоны под сомкнутым лесом с полноценной подстилкой и правильно организованным лесным хозяйством	-	0,03	0,01

Примечание: Индексы комплексов селеформирующих пород даны в таблице 2

Таблица 2 Характерные комплексы селеформирующих пород

Индекс	Состав комплекса
K1	Скальные и полускальные породы, легко размываемые аспидные и глинистые сланцы, песчаники, моргели, моргелистые известняки, аргилиты.
K2	Связные глинисто-песчаные породы верхней юры и олигоцен – миоцена, глины, аргилиты, песчаники с прослоями мергелей и конгломератов.
K3	Грубообломочные молассовые отложения со связными и песчаными породами миоплиоцена, конгломераты с прослоями и линзами глин, суглинков и рыхлых песчаников.
K4	Скальные породы вулканогенно-осадочной формации бассейна и среднего эоцена, роговообманковые и альбитовые порфириты из туфа, туфо-песчаники, туфобрекчии, лавовые брекчии.
K5	Высокопрочные породы, кристаллические сланцы, филлиты, Анизотропные гнейсы, гранитоиды.
K6	Высокопрочные скальные породы карбонатной формации мела и верхней юры, брекчированные и долматизированные известняки, доломиты, песчанистые и мергелистые известняки.

Параметрический анализ модели предельного насыщения, позволяет сделать вывод о том, что по числу и составу предикторов, она, достаточно полноценна и не уступает другим современным моделям, что дает основания для ее дальнейшего совершенствования путем уточнения и усовершенствования способа учета входящих параметров. Теоретически рассматриваемая модель может быть использована для любых типов селей, однако ее практическая реализация в настоящее время осуществлена лишь с использованием сведений о селевых потоках ливневого генезиса, для которых разработаны рекомендуемые на сегодняшний день методы (типа модифицированной методики ВСН (03-76) [1]. Механизм формирования высокоплотных селей в области $S_0 \rightarrow S_{пт}$ весьма сложен и подлежит специальным исследованиям

Таблица 3 Параметры коэффициента селеактивности μ_i

Степень пораженности эрозией	Категория селеопасности	Параметры	Высота расположения очагов					
			более 3000	2800	2600	2400	2200	2000 и менее
Высокая (наличие круп-	I	K_{μ}	0,080	0,075	0,070	0,065	0,060	0,065

ных очагов 1-ой категории		x_4	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35
Средняя (наличие крупных очагов 2-й категории)	II	K_{μ}	0,055	0,050	0,045	0,040	0,035	0,030
		x_4	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40
Низкая (наличие значительного количества очагов 3-й категории)	III	K_{μ}	0,040	0,040	0,035	0,035	0,020	0,020
		x_4	0,40	0,40	0,35	0,35	0,30	0,30

ლიტერატურა -REFERENCES- ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по определению расчетных характеристик дождевых селей. ВСН 03-76. - М.Ж Гидрометеоздат, 1976.
2. Херхеулидзе И.И. К вопросу о предельном насыщении селевых потоков твердыми материалами / Движение наносов в открытых руслах. - М.: «Наука», 1970, с. 135-140.
3. Херхеулидзе И.И. Определение параметров максимального селевого стока по элементам селеформирующего водного стока. Тр. ЗаКНИИ Госко-мгидромета, 1984, вып. 83(90), с. 47-60.
4. Херхеулидзе Г.И. О концепции предельного насыщения и методах расчета основных характеристик селевых потоков //XVI Всесоюзная научно-техническая конференция по методам расчета и прогноза селевых потоков. Тезисы докладов. - М. - Гидрометеоздат. - с. 44-53.
5. Херхеулидзе И.И. Определение параметров максимального селевого стока по элементам селеформирующего водного стока. – Тр. ЗаКНИИ Госкомгидромета, 1984, вып. 83(90), с. 47-60.
6. Технические указания по расчёту максимального стока рек в условиях Кавказа (Г.Д. Ростовов). Тбилиси: ЗаКНИИ Госкомгидромет СССР, 1980;
7. Карта селевой опасности Закавказья и Дагестана (М 1:1 млн. под ред. Г.И. Херхеулидзе) - М.: ГУГК СССР, 1989.
8. Карта обеспеченности селеопасных районов Грузинской ССР гидрометеорологической информацией (М 1:1 млн., по ред. Г.И. Херхеулидзе) 1968. - М.: ГУГК СССР, 1989.

УДК 556.123+627.4(048)

ზღვრული გაჯერების მოდელის პარამეტრების შეფასება მაქსიმალური ღვარცოფული ჩამონადენის გაანგარიშების მეთოდებში. ზერხეულიძე გ. ი./ საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტის შრომათა კრებული -2011.-ტ.117.-გვ. 40-43.- რუს.; რეზ. ქართ., ინგლ., რუს.

განხილვა ღვარცოფული ნაკადის მყარი შემდგენით ზღვრული გაჯერების კონცეფციის საფუძვლები რომლის დროს ჯერ კიდევ შესაძლებელია მისი მოძრაობა; მოცემულია ზღვრული გაჯერების მოდელის პარამეტრები, რომლებიც გამოიყენება ღვარცოფის მახასიათებლების გაანგარიშებაში, და მათი სრულყოფის რეკომენდაციები.

UDC: 556.123+627.4(048)

Evaluation of the model parameters of the limit saturation in the methods of calculating the maximum debris flow runoff. Kherkheulidze/ Transactions of the Institute of Hydrometeorology, Georgian Technical University. -2011. - т.117. – pp. 40-43. - Russ.; Summ. Georg.; Eng.; Russ.

The basics of the concept of debris flow limiting saturation by solid component, in which it is still possible to move, are considered; estimates of the basic parameters of the model used in the methods calculating the characteristics of mudflow and suggestions for their improvement are given.

556.123+627.4(048)

Оценка параметров модели предельного насыщения в методах расчета максимального селевого стока. /Херхеулидзе Г.И./Сб. Трудов Института Гидрометеорологии Грузинского Технического Университета Грузии. –2011. – т.117. – с. 40-43. – . Груз.; Рез. Груз., Англ.,Рус.

Рассматриваются основы концепции предельного насыщения селевого потока твёрдой компонентой, при котором ещё возможно его движение; даются оценки основных параметров модели предельного насыщения, используемых в методике расчета характеристик селя и предложения по их усовершенствованию.