



Proceedings of the International Conference

# **DEBRIS FLOWS: Disasters, Risk, Forecast, Protection**

---

Pyatigorsk, Russia, 22-29 September 2008



Edited by  
S.S. Chernomorets

---

Sevkavgirovodkhoz Institute  
Pyatigorsk 2008

УДК 551.311.8  
ББК 26.823

**Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита.** Труды Международной конференции. Пятигорск, Россия, 22-29 сентября 2008 г. – Отв. ред. С.С. Черноморец. – Пятигорск: Институт «Севкавгипроводхоз», 2008, 396 с.

**Debris Flows: Disasters, Risk, Forecast, Protection.** Proceedings of the International Conference. Pyatigorsk, Russia, 22-29 September 2008. – Ed. by S.S. Chernomorets. – Pyatigorsk: Sevkavgirovodkhoz Institute, 2008, 396 p.

Ответственный редактор: С.С. Черноморец  
Edited by S.S. Chernomorets

Редакция английских аннотаций: К. Маттар и О. Тутубалина  
English versions of abstracts edited by K. Mattar and O. Tutubalina

При создании логотипа конференции использован рисунок из книги С.М. Флейшмана «Селевые потоки» (Москва: Географгиз, 1951, с. 51).  
Conference logo is based on a figure from S.M. Fleishman's book on Debris Flows (Moscow: Geografgiz, 1951, p. 51).

ISBN 978-5-91266-010-8

© Селевая ассоциация  
© Институт «Севкавгипроводхоз»

© Debris Flow Association  
© Sevkavgirovodkhoz Institute



## **Комплексное решение проблемы экологической и производственной безопасности территорий размещения законсервированных хвостохранилищ от селепроявления в Зангезурском регионе Сюникской области Армении**

**Степанян В.Э.<sup>1</sup>, Бойнагрян В.Р.<sup>2</sup>, Манукян Л.А.<sup>3</sup>, Габриелян В.В.<sup>1</sup>, Гюрджян Ю.Г.<sup>1</sup>, Снгрян Э.Э.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Спасательная служба Армении Министерства территориального управления, Ереван, Армения*

<sup>2</sup>*Ереванский государственный университет, Ереван, Армения*

<sup>3</sup>*Горно-металлургический институт, Ереван, Армения*

## **An integrated solution for ecological and industrial protection of disused tailings against debris flows in the Zangezur region of the Syunik marz area of Armenia**

**Stepanyan V.E.<sup>1</sup>, Boynagryan V.R.<sup>2</sup>, Manukyan L.A.<sup>3</sup>, Gabrielyan V.V.<sup>1</sup>, Gyurgyan Y.G.<sup>1</sup>, Sngryan E.E.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Rescue Service of Armenia of Ministry of Territorial Administration of Republic of Armenia, Yerevan, Armenia*

<sup>2</sup>*Yerevan State University, Yerevan, Armenia*

<sup>3</sup>*Mountain and Metallurgical Institute, Yerevan, Armenia*

Приводится характеристика селеопасности территории размещения объектов горнорудной промышленности юга Армении и, в частности, бассейна р. Вохчи и ее притоков Доразами и Пухрут, где селепроявление создает угрозы экологической безопасности и эксплуатационной устойчивости законсервированных хвостохранилищ и селезащитных гидротехнических сооружений. Рассмотрены и обоснованы комплексные мероприятия инженерной защиты территорий и промышленных объектов от проявления селевых паводков определенной обеспеченности.

We characterise debris flow occurrences in the areas of mineral extraction industry of the south of Armenia and, in particular, in the basin of the Vaghchi River and its tributaries Dorazami and Pukhrut. Debris flows in this area create threats to the ecological safety and operational stability of disused tailings and debris flow protection hydraulic engineering structures. We consider and substantiate integrated measures of engineering protection for these territories and industrial objects against debris floods of certain frequency.

### *1 Введение*

Армения относится к числу стран, характеризующихся высокой подверженностью селевым явлениям. Последние охватывают около 45 % территории республики, развиваясь в основном в бассейнах рек Воротан, Мегри, Вохчи, Арпа, Азат, Мастара, Памбак, Дзорагет, Раздан, Агстев и др.

Бассейн р. Вохчи существенно отличается от остальных бассейнов рек юго-восточной Армении. Высокая частота затяжных ливней, топографические и геолого-геоморфологические особенности (форма водосборного бассейна, степень расчленен-

ности поверхности, уклоны, литолого-петрографический состав пород и структур, взаимодействие экзогенных процессов с эндогенными) способствуют селеобразованию, часто носящему катастрофический характер.

За период 1956-1972 гг., а также 1991-1996 гг. в бассейне прошло около 9 мощных селей, которые нанесли серьезный ущерб гг. Капану, Горису, Сисиану, Мегри и их агломерациям. Интенсивность осадков при этом соответствовала 70-80 мм. В 1956 г. паводками были повреждены, либо полностью разрушены, более 200 жилых зданий, снесены, практически, все мосты через реки Вохчи и Гехи. В последние годы в бассейне реки Вохчи проходили более частые, но менее мощные селевые паводки, которые наносили экологический и экономический ущерб г. Капану.

Согласно исследованиям Цовяна М.В. (1966-1976 гг.), Вардумяна Г.Г. (1972 г.), основывающимся на визуальном обследовании и дешифрировании аэрофотоснимков территории рассматриваемого бассейна, последний отнесен к наиболее селеактивным (с повторяемостью не реже одного раза в 3 года). Селевая способность бассейна р.Вохчи, в пределах которого обнажены выходы скальных пород, подверженных интенсивной эрозии и аккумуляции крупнообломочного материала (оползневыми явлениями, подмытыми берегами и обвалами, массовыми осыпями и др.) оценивается в 15–35 тыс. м<sup>3</sup> выносов с 1 км<sup>2</sup> активной площади селеобразования за 1 сель.

Рассматриваемые в докладе комплексная проблема обеспечения экологической безопасности территории размещения законсервированного хвостохранилища в ущелье р.Вохчи от возможного селевого паводка, предусматривает создание перед последним водохранилища. Рекомендованное возведение гидротехнического сооружения, помимо основного назначения – аккумуляции избыточной воды, предназначается для промышленного водоснабжения и выработки электроэнергии.

В бассейне реки Вохчи и ее притоков (Даразами и Пухрут) сформированы три хвостохранилища с суммарным объемом уложенных хвостов около 40 млн.м<sup>3</sup>.

Со времен эксплуатации этих сооружений остро возникала проблема обеспечения безопасности территорий размещения этих ответственных объектов от селей и паводков меньшей обеспеченности. Еще в 1982 г. «АрмНИИПроцветмет» представил технико-экономические предложения по разработке инженерной защиты территорий, хвостохранилищ и отвалов пустой породы Зангезурского ММК, где была предусмотрена реконструкция селепропускных и селеотводящих сооружений, с учетом пропуска паводков 0,01 % обеспеченности. Проектом предусматривалось возведение дополнительных селеудерживающих сооружений, располагающихся выше хвостохранилищ и отвалов пустых пород.

На рис.1 приведены гидрографы ливневых паводков 1 и 0,01 % обеспеченности для створов «р. Вохчи – створ р. Пухрут» и «р. Вохчи – расчетный створ», данные которых послужили расчетным обоснованием мероприятий инженерной противоселевой защиты (Зангезурский..., 1995).

В настоящее время отвод вод р. Вохчи в обход хвостохранилища производится тремя водоотводящими туннелями с бетонной и железобетонной отделкой общей протяженностью около 6,0 км.

Суммарная пропускная способность последних составляет 202 м<sup>3</sup>/с, что соответствовало паводковому расходу 0,1 % обеспеченности. В то же время исследования по диагностике напряженно-деформированного состояния конструкций туннелей, размещенных в ущелье рр. Вохчи, Пухрут и Даразами (Неразрушающий..., 1994), показали опасное снижение прочности бетона на отдельных участках по трассе водоотводящих туннелей, требующих усиления.

Реализованный проект усиления отделок (1995 г.) всех 3-х туннелей привел к снижению их суммарной пропускной способности на 15-20 % и, в настоящее время, соответствует величине 185,0 м<sup>3</sup>/с, вместо 257,0 м<sup>3</sup>/с (0,01 % обеспеченности).

Элементарный анализ показывает, что для возможного разрушения законсервированного хвостохранилища на р.Вохчи от паводков меньшей обеспеченности (в данном случае 0,01 %) необходимо увеличение суммарной пропускной способности водоотводящих сооружений в пределах 30 %.

## 2 Обоснование комплексности и эффективности мероприятий инженерной защиты территорий размещения хвостохранилища на р. Вохчи от воздействия паводков, эффективного водоснабжения и выработки электроэнергии

На основании сопоставительного анализа различных вариантов водопропускной способности водоотводящих туннелей № 1, 2 и 3 хвостохранилища в ущелье р. Вохчи и попутного решения ряда проблем эколого-экономической стабильности объекта, было принято решение о возведении перед законсервированным сооружением водохранилища, которое обеспечит возможность:

- защитить хвостохранилище от селевых паводков;
- обеспечить комбинат, при его работе на полную мощность, промышленной водой (взамен потребляемой из р. Гехи);
- аккумулировать паводки, уменьшая расчетный расход водосбросных сооружений;
- создать полезный объем для выработки дополнительной электроэнергии.

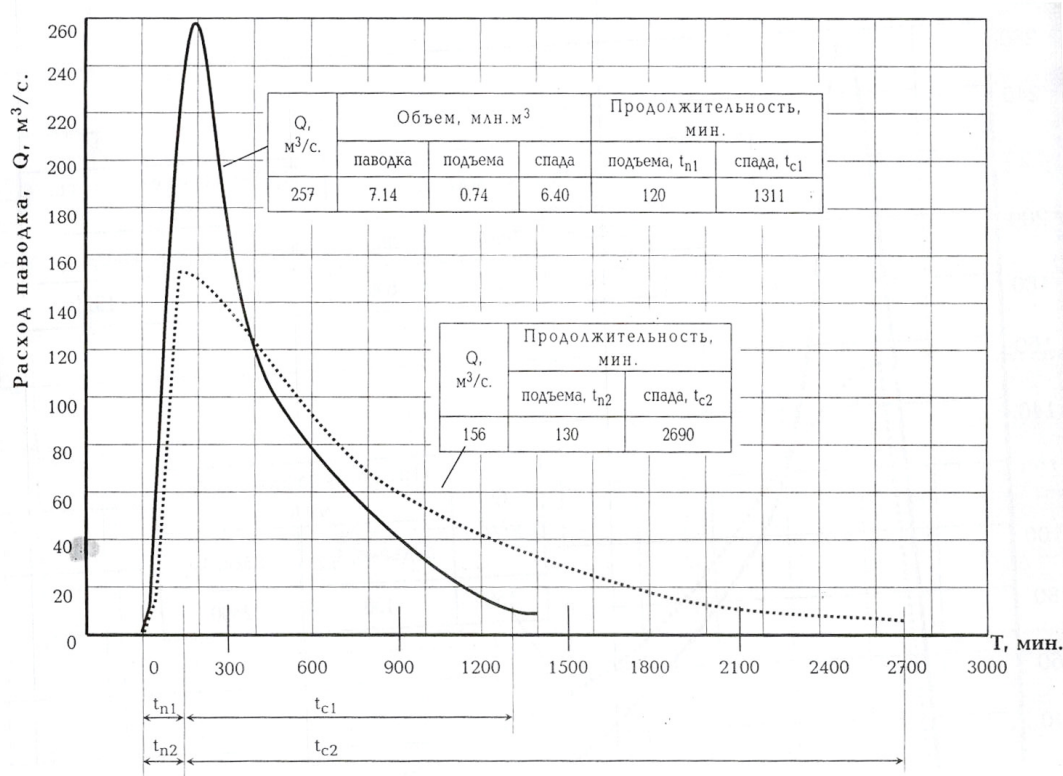


Рис.1. Гидрографы ливневых паводков 1%-й и 0.01 %-й обеспеченности для створов «р.Вохчи – створ р. Пухрут» и «р. Вохчи – расчетный створ».

В состав гидротехнических сооружений комплекса водохранилища - МГЭС входят следующие элементы (рис.2):

- плотина с суглинистым экраном, создается путем наращивания дамбы хвостохранилища на высоту 8,0 м; полезный объем водохранилища – 4,0 млн. м<sup>3</sup>; толщина противодиффузионного экрана – 8,0 м.

- дренаж (туннель № 1);
- водоприемник (туннель № 2);
- водосброс (туннель № 3), рассчитанный на работу в напорном режиме;
- здание МГЭС с насосной станцией и тремя агрегатами с турбинами радиально-осевого типа, мощностью 600 кВт каждая (параметры  $H = 110$  м;  $Q_p = 0,75$  м<sup>3</sup>/с;  $n = 1500$  об/мин.) с асинхронным генератором ( $N = 700$  кВт,  $n = 1500$  об/мин.).

Несомненно представит интерес расчет экономической эффективности сооружения МГЭС с новой насосной станцией, осуществленный в соответствии с методикой

оценки эффективности малых ГЭС, в ценах 1984 г., в пересчете на доллары США (Пособие..., 1995), в основу которой положен альтернативный вариант сооружения дизельной электростанции (ДЭС). Водный режим, в створе рекомендуемой МГЭС, характеризуется стоком реки в год 80 % обеспеченности и водопотреблением комбината, принятым на обозримую перспективу в размере 50 % мощности от максимальной потребности.

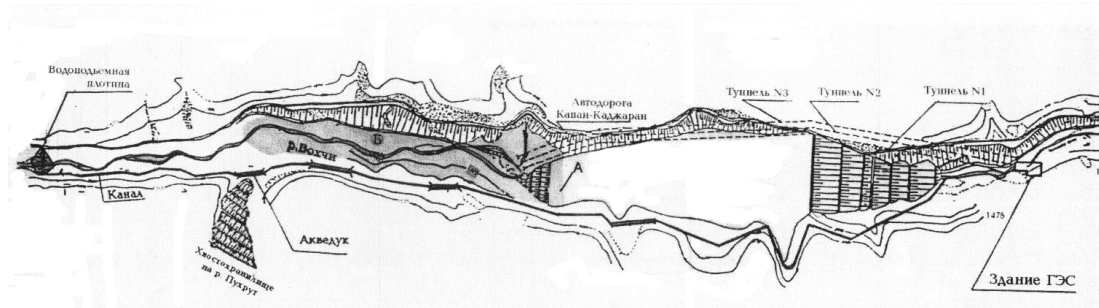


Рис. 2. Защита законсервированного хвостохранилища в ущелье реки Вохчи от селей и паводков 0,01 %-й обеспеченности путем создания водохранилища, где в качестве плотины служит существующее хвостохранилище. А – экран намывной дамбы (плотина); Б – водохранилище.

Следует отметить также положительный момент от сооружения водохранилища, заключающийся в эффективной замене ныне действующей насосной станции на реке Гехи с высотой подкачки в 380 м на новую насосную станцию на р. Вохчи (ниже здания намечаемой МГЭС) с высотой подкачки в 180 м, что позволит уменьшить расход электроэнергии как за счет уменьшения высоты подкачки, так и снижения удельного расхода электроэнергии, потребляемой насосами более энергоемкой конструкции (с 7,3 до 2,7 млн. кВт) (Степанян и др., 2007).

### 3 Заключение

Реализация предлагаемых способов защиты территорий и законсервированных хвостохранилищ в бассейне р. Вохчи с суммарным объемом уложенных хвостов, равным около 40 млн. м<sup>3</sup>, позволит исключить катастрофические последствия, связанные с размывом и разрушением последних от возможных мощных селевых потоков и паводковых расходов 0,01 % обеспеченности.

При работе ММК на полную мощность объем водохранилища используется для промводоснабжения комбината, а МГЭС работает только во многоводные месяцы (апрель-август) с тремя агрегатами на полную мощность.

При работе ММК на 50 % мощность, водохранилище полностью используется для выработки электроэнергии. При этом в многоводные месяцы работает 3 агрегата на полную мощность, в маловодные (сентябрь-март) предполагается работа одного агрегата на 30 % мощности без вовлечения в работу насосной станции.

### Список литературы

- Арзуманян С.С., Манукян Л.А., Калпакчян А.Г. Проблемы селезащиты законсервированных хвостохранилищ горно-обогатительных комбинатов РА. - Вестник МАНЭБ, т. 7, № 4 (52), Санкт-Петербург, 2002.
- Арзуманян С.С., Манукян Л.А., Калпакчян А.Г. Проблемы безаварийной эксплуатации высокогорных хвостохранилищ. – Горный журнал, № 2, Москва, 2003.
- Зангезурский ММК. Защита хвостохранилища на р.Вохчи от селевых паводков. – Фонды ЗАО Горно-металлургический институт, Ереван, 1995.
- Пособие по расчету экономической эффективности возведения и эксплуатации малых ГЭС, Санкт-Петербург: Энергия, 1995.
- Степанян В.Э., Манукян Л.А., Габриелян В.В., Гюрджян Ю.Г., Снгрян Э.Э. Комплексное решение проблемы экологической безопасности территорий размещения хвостохранилищ, обеспечения промводоснабжением и получения дополнительных источников энергии. – II Международная конференция по возобновляемой (альтернативной) энергии. Тез. докл. Ереван, 2007.