

УДК 630.383

**Виноградов А.Ю.***ООО НПО «Гидротехпроект», г. Валдай, Новгородская обл.*

## **АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ НЕКОТОРЫХ МОСТОВЫХ И ТРУБНЫХ ПЕРЕХОДОВ ПРЕДГОРНЫХ РАЙОНОВ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

*Аннотация.* В статье рассматриваются возможные нежелательные природные явления, способные инициировать аварии на дорожных поперечных водоотводах. Приводятся результаты расчета пропускной способности существующих мостовых и трубных переходов. Дается качественная оценка возможных нештатных ситуаций в случае катастрофических паводков. Обращено внимание на возможность закупорки водопропускных отверстий карчами и строительным мусором, что может привести к возникновению чрезвычайной ситуации даже при условии прохождения обычного паводка.

*Ключевые слова:* мостовой переход, трубный переход, водопропускная способность, катастрофический паводок, водоотвод.

**A. Vinogradov***Gidrotekhproekt Research and Development Association  
(Valday, Novgorod region, Russia)*

## **ANALYSIS OF THROUGHPUT CAPABILITY OF SOME BRIDGES AND PIPELINES IN FOOTHILL AREAS OF KRASNODAR REGION**

*Abstract.* We consider the possible hazardous natural events capable of initiating accidents in the road crossover drainage systems. The results of the calculation of the culvert capability of the existing bridges and pipelines are presented. The possible contingencies are qualitatively assessed in the case of catastrophic floods. Attention is paid to the possibility of pipe clogging by wood and debris which can lead to accidents even during normal floods.

*Keywords:* bridge, pipeline, culvert capability, catastrophic flood, drainage system.

В связи с проводимой интенсивной застройкой Черноморского побережья Краснодарского края, проектированием и строительством линейных объектов, автор поставил задачу по критической оценке пропускной способности существующих и строящихся инженерных дорожных сооружений. Основная цель этой задачи – обратить внимание на потенциальную возможность чрезвычайных ситуаций (ЧС). Попутная цель –

идентификация возможных опасностей и качественная оценка риска аварий, возможных на различных этапах эксплуатации дорожных сооружений.

В рамках предварительного анализа опасностей (ПАО) для конкретных водопропускных сооружений, расположенных на предгорных реках и ручьях, рассматриваются только те опасности, которые могут возникнуть в результате проявления опасных природных гидрологических явлений. По-

скольку механизм аварий при прорыве гидротехнических сооружений (ГТС) и подпруженных мостовых переходов одинаков, при анализе рисков возможных аварий на конкретном мостовом переходе будем использовать пред-

лагаемую в [2] терминологию. В качестве единственного элемента, который может быть подвержен опасному воздействию, рассматривается только водопропускные отверстия ГТС. Результаты ПАО занесены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты предварительного анализа опасностей, связанных с водопропускными отверстиями**

№№ п/п	Нежелательные явления, процессы и события, способные инициировать аварию	Ожидаемые последствия для персонала, населения, имущества и окружающей среды	Предварительная оценка вероятности реализации
1.	Паводок и закупорка водопропускных участков карчами	Прорыв временной плотины, размыв или разрушение сооружения, выход прорывной волны ниже по течению	Весьма возможна ввиду узости водопропускных участков, частых паводков, наличия карчей в прирусловой части рек
2.	Селевой поток и, как следствие, снос опор или уменьшение сечения водопропускных участков, закупорка водоприемного отверстия	Разрушение сооружения, прорыв временной плотины, выход прорывной волны ниже по течению	Маловероятно, ввиду редкости явления

На этапе идентификации опасностей использовался рекомендованный

в [2] метод анализа рисков: «Что будет, если...?» (см. табл. 2.).

Таблица 2

**Результаты применения метода, рекомендованного в работе [3]: «Что будет, если...?»**

Наименование элемента	Причины повреждений	Характер и масштабы повреждений	Последствия для персонала, имущества и окружающей среды
Водопропускное отверстие мостового или трубного перехода	Засорение водопропускных отверстий и участков	Подъем уровня воды, потеря устойчивости конструкции, разрушение конструкции	Выход прорывной волны ниже по течению, образование прорывного селевого потока, разрушение участка мостового сооружения, разрушение в равнинной части жилых и инфраструктурных объектов, гибель людей, значительный экологический ущерб

Переходя к конкретным объектам, вначале рассмотрим ситуацию на старых автодорожных переходах через реки и ручьи на участке автодороги Новороссийск – Сочи между реками Секуа и Малая Пляхо в районе пос. Новомихайловский Туапсинского района. Нумерация ручьев дана последовательно от р. Малая Пляхо до р. Секуа. Реки рассматриваемой территории относятся к гидрологическому району Западного Закавказья [6]. Их водный режим характеризуется тесной зависимостью от средней высоты водосборного бассейна над уровнем моря и перепада высот. Экспозиция склонов оказывает существенное влияние на распределение осадков, и, следовательно, также определяет режим стока. Большая часть территории водосборов покрыта лесом.

Для анализа изученности сопредельной территории произведен сбор и систематизация имеющихся материалов наблюдений<sup>1</sup> [4]. Изученными являются в основном реки, расположенные к востоку от исследуемой территории, с площадями водосборов 200-500 км<sup>2</sup>. На реках с меньшими водосборными площадями наблюдения либо отсутствуют, либо весьма непродолжительны. Анализ многолетних рядов максимальных расходов показал наличие на реках исследуемой территории максимумов расходов воды, в 10 и более раз превосходящих средние максимальные расходы. При этом модуль стока

с уменьшением площади водосбора увеличивается.

Согласно районированию, выполненному в работе [1], реки рассматриваемой территории относятся к району с летним половодьем. Но поскольку на рассматриваемом участке все ручьи небольшие и их водосборы расположены в нижней части горных склонов до высоты 550 м БС, они не имеют ледникового и существенного снегового питания. Поэтому максимальный сток всех ручьев формируется исключительно дождевыми паводками, появление которых возможно в любое время года.

Такая ситуация создает возможность формирования очень высокого дождевого паводка, когда осадки большой интенсивности покрывают всю площадь водосборов, а физические и гидрографические характеристики русловой сети создают возможность для минимального времени добегания воды к замыкающему створу. Согласно [5], для расчета максимальных расходов дождевых паводков для рассматриваемых водосборов с учетом их малой площади применялась формула предельной интенсивности ливня. Результаты полученных расчетов максимальных расходов заданной обеспеченности приведены в табл. 3.

<sup>1</sup> по стоку рек западного Кавказа см. публикуемые «Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши» Государственного водного кадастра (до 1978 г. – Гидрологический ежегодник).

Таблица 3

**Разность между пропускной способностью при напорном режиме существующих инженерных сооружений и расходов 1%-й обеспеченности, рассчитанных по [3]**

Название водотоков	Площади водосборов, км <sup>2</sup>	Q <sub>1%</sub> , м <sup>3</sup> /с	Площадь сечения водопропускного отверстия, м <sup>2</sup>	Пропускная способность при напорном режиме
№ 1	1,5	30	3,5	12
№ 2 (р. Малая Пляхо)	15	225	72	235
№ 3	0,18	5,4	0,5	0,8
№ 4	0,1	3,0	0,8	1,9
№ 5	0,13	3,9	1,8	4,9
№ 6	0,03	0,9	3,2	21
№ 7	0,46	9,2	1,8	6,4
№ 8 (р. Секуа)	8,2	164	16	98

По результатам расчетов и осмотра установлено, что каждое второе сооружение не справится с пропуском паводков редкой обеспеченности, что подтверждается размывом трубных и мостовых переходов после паводков 2002, 2009 и 2010 гг. Если учесть тот факт, что водопропускные отверстия при паводках забиваются стволами деревьев, ветками и строительным мусором, можно констатировать, что ни одно из рассмотренных сооружений не справится с пропуском достаточно большого паводка.

Наибольшую опасность представляет мостовой переход через р. Секуа, размер водопропускного отверстия которого составляет 3,8×3,8 м. При подъеме воды перед отверстием на 4 м и более истечение происходит в напорном режиме, расчет которого выполнен приближенно. При подъеме уровня до 8 м (при выходе воды на дорогу) максимальная пропускная способность не забитого карчами отверстия составит 98 м<sup>3</sup>/с.

Второй объект – вновь построенное мостовое сооружение через р. Мзымта (главную водную артерию курорта Сочи). ГТС расположено в русловой части реки в районе населенного пункта Кепша у Красной скалы. Ширина речной долины в самом узком месте, где установлена опора вантового моста, не превышает 60 м. Сама опора сужает ширину водопропускных отверстий до 20 м. Хотя при обычном паводке размеры водопропускных отверстий достаточны для его пропуска, при большом количестве карчей вероятность закупорки этих отверстий очень высока. Ориентировочный объем воды, который сможет аккумулироваться в верхнем бьефе рассматриваемого мостового сооружения, может составить около 3 млн. м<sup>3</sup>. Высота волны прорыва за первый километр движения достигнет высоты 20 м, а прорывной расход – около 10 тыс. м<sup>3</sup>/с. В связи с большим количеством рыхлообломочного материала и строительного мусора в русле реки в случае прорыва велика вероят-

ность образования селевого потока. Объем такого потока может составить до 50 млн. м<sup>3</sup>, а мгновенный расход – до 50 тыс. м<sup>3</sup>/сек.

Как показывают результаты ПАО, внешними причинами аварий и ЧС на опорах рассматриваемого мостового сооружения дороги в районе населенного пункта Кепша могут быть следующие природные и техногенные воздействия: землетрясения, сопровождающиеся оползнями в районе опор моста; паводки, сопровождающиеся карчеходами; селевые потоки. Высокая вероятность такого сценария подтверждается повторяющимися ЧС в г. Крымске.

Во всех рассмотренных случаях ручьи и реки сильно стеснены на участках мостовых и трубных переходов. При прохождении паводков редкой обеспеченности мостовые и трубные отверстия будут забиваться карчами и наносами. Возникнет подтопление территории с последующим прорывом паводковых вод. В случае возникновение каскада временных плотин в результате закупорки реки последствия могут быть катастрофическими.

Выводы: способность пропуска паводков высокой обеспеченности зна-

чительной части автодорожных инженерных сооружений, построенных в последние десятилетия на Северном Кавказе, вызывает обоснованные сомнения; в случаях засорения сооружений при паводках стволами деревьев и мусором их водопропускная способность резко снижается.

#### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Атлас расчетных гидрологических карт и номограмм. – Л.: Гидрометеоздат, 1986. – 22 с.
2. Методические указания по проведению анализа риска аварий гидротехнических сооружений / под ред. Е.Н. Беллендира и Н.Я. Никитиной. – СПб.: ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 2005. – 29 с.
3. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 198 с.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР: в 20-ти т. Том 9 (Закавказье и Дагестан), вып.1 (Западное Закавказье). – Л.: Гидрометеоздат, 1969. – 313 с.
5. Соколов А.А. Гидрография СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1952. – 287 с.
6. СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик [Электронный ресурс]. URL: [http://snipov.net/c\\_4630\\_snip\\_106542.html](http://snipov.net/c_4630_snip_106542.html) (дата обращения: 11.07.14).