

Аварии на гидротехнических сооружениях



К основным гидротехническим сооружениям, разрушение которых приводит к гидродинамическим авариям, относятся плотины, дамбы, перемычки, водозаборные и водосборные сооружения (шлюзы). Катастрофическое затопление, являющееся следствием гидродинамической аварии, заключается в стремительном затоплении местности волной прорыва. Масштабы последствий гидродинамических аварий зависят от параметров и технического состояния гидроузла,

характера и степени разрушения плотины, объемов запасов воды в водохранилище, характеристик волны прорыва и катастрофического наводнения, рельефа местности, сезона и времени суток происшествия и многих других факторов.

В результате несвоевременного и некачественного проведения ремонтов, отсутствия требуемого технического надзора за ГТС имели место разрушения и прорывы на Тирлянском гидроузле, Киселёвской и Ленской плотинах, что привело к значительному материальному ущербу.

Что касается Красноярского края, то Енисей по запасам воды занимает первое место в России, а в состав энергосистемы края входят 6 ГЭС: Красноярская, Саяно-Шушенская, Манская, Усть-Хантайская, Курейская и строящаяся Богучанская. Комиссией МЧС в 1996 году отмечено, что на Саяно-Шушенской ГЭС безотлагательно требуется осуществление работ по ликвидации водопроявлений в бетоне первых столбов плотины.

Главным управлением по делам ГО и ЧС Красноярского края с прогнозированы зоны возможных катастрофических затоплений при ЧС для территории всего края, в частности:

Наименование ГЭС	Площадь затопления тыс. кв. км	Численность населения в 33 тыс. кв. км
Братская.	16,0	227
Саяно-Шушенская	4,7	120
Красноярская	6,8	986

Основными поражающими факторами затопления при аварии на ГТС являются: волна прорыва (высота волны, скорость движения) и длительность затопления.

Волна прорыва (см. схему в ПРИЛОЖЕНИИ)- волна, образующаяся во фронте устремляющегося в пролом потока воды, имеющая, как правило, значительную высоту гребня и скорость движения и обладающая большой разрушительной силой.

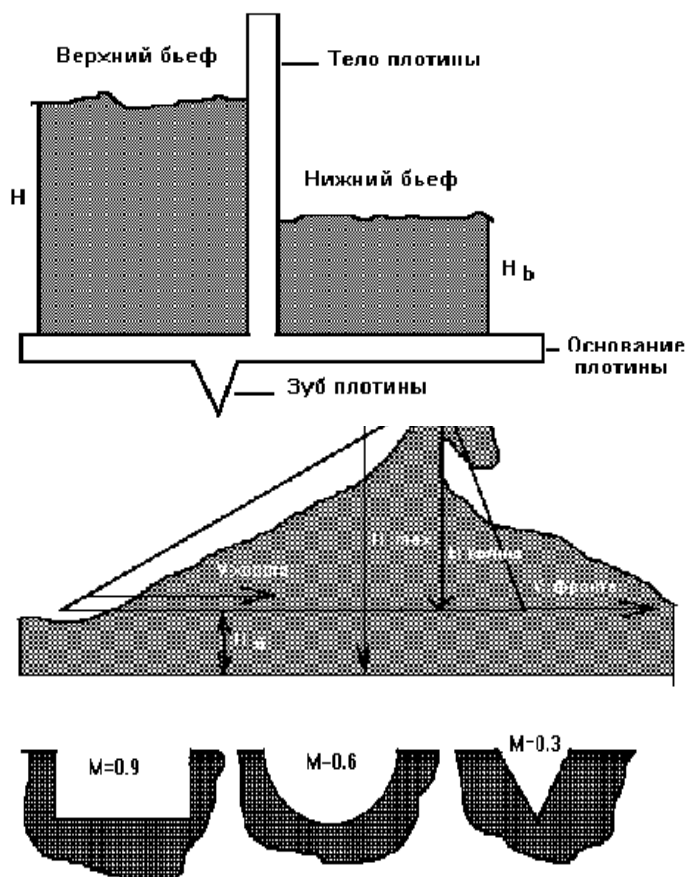
Волна прорыва, с гидравлической точки зрения, является волной перемещения, которая, в отличие от ветровых волн, возникающих на поверхностях больших водоемов, обладает способностью переносить в направлении своего движения значительные массы воды. Поэтому волну прорыва следует рассматривать как определенную массу воды, движущуюся вниз по реке и непрерывно изменяющую свою форму, размеры и скорость.

Начало волны называется фронтом волны, который, перемещаясь с большой скоростью, выдвигается вперед. Фронт волны может быть очень крутым, при перемещении больших волн на участках, близких к разрушенному гидроузлу, и относительно пологим на больших удалениях от гидроузла.

Зона наибольшей высоты волны называется гребнем волны, который движется, как правило, медленнее, чем ее фронт. Еще медленнее движется конец волны - хвост волны. Из-за различия скоростей этих точек волна постепенно растягивается по длине реки, соответственно уменьшая свою высоту и увеличивая длительность прохождения.

Факторы влияющие на разрушение плотины:

- воздействие обычных средств поражения;
- сход лавин или селевых потоков (в горных районах);
- паводковые воды.



Плотины характеризуются напором:

- $H - H_6 < 10$ м - низконапорные;
- $10 \text{ м} < H - H_6 < 40$ м - средненапорные;
- $H - H_6 > 40$ м - высоконапорные;

При разрушении плотины образуется волна прорыва:

Факторы влияющие на высоту волны прорыва:

- Объем водохранилища W , млн. тонн;
- Площадь зеркала водохранилища S км²;
- Глубина водохранилища H м.;
- Ширина водохранилища у гидроузла B м.;
- Характеристика плотины и характер ее разрушения;
- Высота плотины H пл.

Рассматриваются **три степени разрушения** плотины:

- 1) 10 % процентов;
- 2) 50 % процентов;
- 3) 100 % процентов.

Характеристика в нижнем бьефе:

- а) глубина реки (в метрах);
- б) скорость течения реки (м/с);
- в) гидравлический уклон реки (%);

г) коэффициент шероховатости дна и поймы реки (n).

Для планирования мероприятий, которые необходимо планировать в зонах возможного затопления необходимо иметь:

1. График движения волны прорыва.

Основополагающим критерием является график движения волны прорыва. Для построения графика движения волны прорыва строится схематизированный продольный профиль реки.

2. Характеристику возможного затопления местности.

Продольный профиль реки разбивается на участки.

- створ гидроузла назначается N_0 ;
- створ N_1 назначается на удалении $250-500 \cdot H$;
- створ N_2 назначается, как правило, в 10 раз дальше, чем створ N_1 ($2500-5000 \cdot H$), считая от него.

На территории предполагаемого воздействия волны прорыва по степени опасности выделяются различные зоны затопления.

В каждом створе определяется высота волны прорыва, в том числе и в створе N_0 .

Определение высоты волны прорыва:

$$H_B = 0,6 \cdot H - H_6$$

где: H_B - высота волны прорыва;

H - высота уровня воды в верхнем бьефе плотины;

H_6 - высота уровня воды в нижнем бьефе плотины;

Зная график волны прорыва, мы можем построить временной график прохождения волны прорыва для проведения эвакуационных мероприятий (при необходимости).

Временной график прохождения волны прорыва.



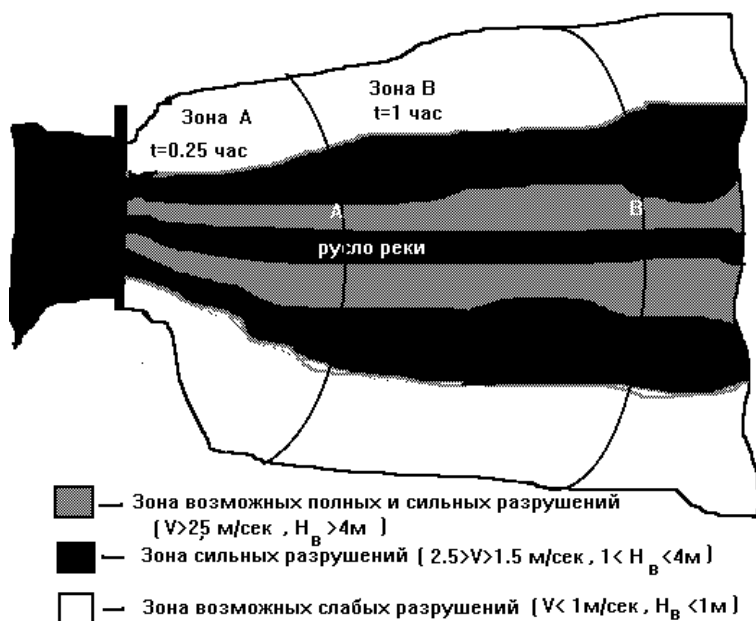
Показателями возможной обстановки являются:

- параметры зоны затопления;
- количество населения попавшего в зону затопления;
- количество сельскохозяйственных животных попавших в зону затопления;
- площадь сельскохозяйственных угодий попавших в зону затопления;
- протяженность разрушенных (затопленных) дорог;
- количество разрушенных (затопленных) зданий и гидротехнических сооружений.

Зоны затопления следует характеризовать:

Зона А - чрезвычайно опасного затопления (опасная для населения);

Зона В - зона опасного затопления (зона разрушения объектов экономики и гидротехнических сооружений).



Зная скорость движения волны прорыва можно определить время добегания волны прорыва для планирования проведения эвакуационных мероприятий.

Территория, в пределах которой возможно затопление в случае разрушения или повреждения сооружений напорного фронта гидроузла называется **зоной возможного затопления**.

В зависимости от последствий воздействия волны прорыва на территории возможного затопления выделяется **зона катастрофического затопления**, параметры которой на границах зоны составляют:

- высота на гребне $H_b = 4$ м;
- скорость движения $V > 2,5$ м/сек.

Она представляет смертельную опасность для незащищенного населения и с огромной разрушительной силой воздействует на здания и сооружения.

Участок зоны катастрофического затопления, через который волна прорыва пройдет в течение 1-го часа с момента ее образования, называется **участком чрезвычайно опасного затопления**, на котором возникают наибольшие потери населения и сильные разрушения объектов. Параметры волны прорыва на границах участка составляет:

- высота на гребне $H_v > 1,5$ м ; - скорость движения $V_{\max} = 2,5$ м/сек.

Участок **возможного подтопления** характеризуется отметками местности, которые смачиваются волной прорыва. Потери населения и разрушение объектов на нем маловероятны.

Критические параметры определяющие разрушение волной прорыва наземных зданий в зависимости от наибольшей глубины потока ($H_{\text{зат}}$) и наибольшей скорости течения ($V_{\text{мах}}$) представлены в таблице:

Наименование зданий	степень поражения					
	сильная		средняя		слабая	
	$H_{\text{зат}}$	$V_{\text{мах}}$	$H_{\text{зат}}$	$V_{\text{мах}}$	$H_{\text{зат}}$	$V_{\text{мах}}$
Деревянные жилые	3-3,5	2	2,5	1,5	1	1
Кирпичные здания	4 - 6	2,5 -3	3 - 4	2 – 2,5	2-2,5	1 –1,5
Промышленные постройки:						
• с легким каркасом (бескаркасные)	5	2,5	3,5	2	2	1.5
• с тяжелым каркасом (ж/б, металлические)	8	4	6	3	3	1,5

Защита населения в зонах возможного катастрофического затопления

Население из населенных пунктов, расположенных в зоне возможного затопления и находящегося в 4-х часовой зоне добегания волны прорыва, эвакуируется с получением распоряжения на проведение эвакуационных мероприятий.

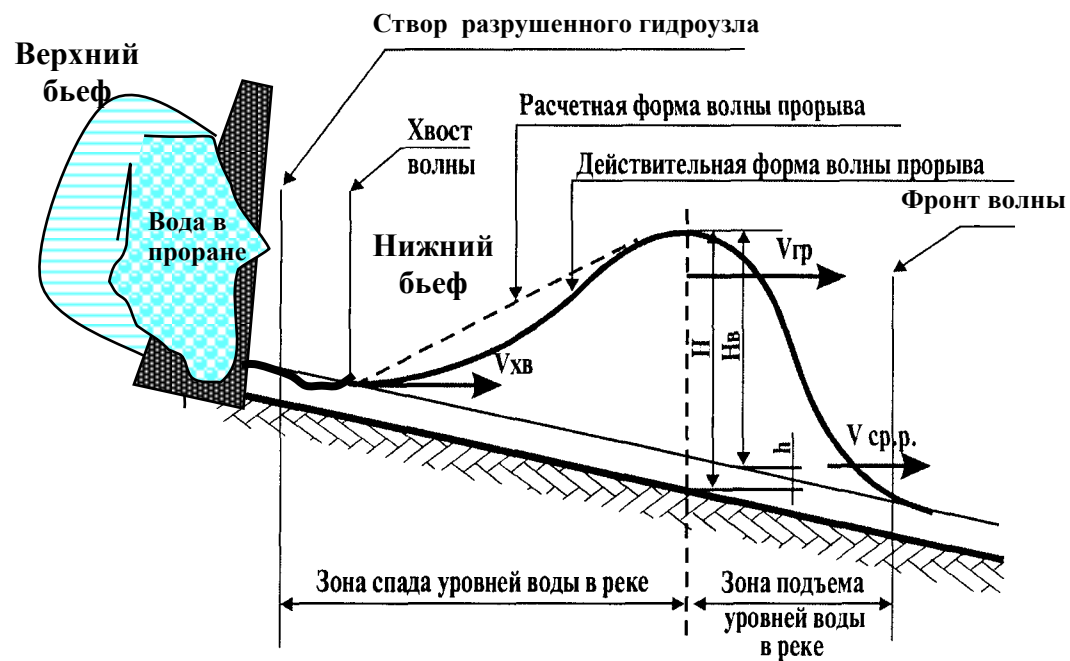
Население из населенных пунктов, находящихся в зоне возможного затопления за 4-х часовой зоной добегания волны прорыва, эвакуируется только после разрушения плотины с получением соответствующего распоряжения.

Наибольшая рабочая смена объектов экономики, расположенных в зоне возможного затопления, укрывается в специальных убежищах (повышенной герметизации и возвышающимся аварийным вертикальным выходом, с 3-мя режимами вентиляции), возводимыми в местах с глубиной возможного затопления до 10 метров и имеющих радиус сбора до 1000 метров.

Для защиты населения эвакуируемого из населенных пунктов, находящихся в зоне затопления, заблаговременно строят ПРУ, в местах их эвакуации.

Для защиты населения, проживающего на затопляемой территории не категорированных городов и поселков предусматривается строительство ПРУ на не затопляемой территории этих населенных пунктов. Работающая смена объектов экономики, расположенных в некатегорированных городах в зоне затопления, укрывается в ПРУ возводимых вне этих зон.

Укрытие населения в защитных сооружениях в ряде случаев являются единственным и наиболее надежным способом защиты, который может использоваться как в чрезвычайных ситуациях мирного времени, так и в военное время.



Продольный разрез сформировавшейся волны прорыва.

h - бытовой уровень воды в реке; $H_{в}$ - высота волны;

H - высота потока