электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51038.

УДК 627

Применение быстровозводимых дамб для предотвращения затоплений селитебных территорий

***Лукина И.Ю.**, студент*
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Экология и промышленная безопасность»

Научный руководитель: Таранов Р.А., ст. преподаватель
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Экология и промышленная безопасность»
bauman@bmstu.ru

На протяжении тысячелетий люди борются с наводнениями, но никак не могут преуспеть в этом мероприятии. Ущербы от наводнений, особенно в последние десятилетия, растут с неимоверной быстротой. Площадь паводкоопасных территорий составляет на земном шаре ~ 3 млн. км^2, что сопоставимо с суммарной площадью государств Западной Европы. В районах, подверженных затоплениям, проживает ~1 млрд. человек. Ежегодные убытки от наводнений составляют десятки млрд. долларов. Статистика наводнений за последние годы показывает динамику развития количества и разрушительность наводнений (рис. 1).

Рис. 1. Статистика затоплений территорий, вследствие наводнений, млн. км^2

Обострение проблемы наводнений непосредственно в России связано с прогрессирующим старением основных фондов водного хозяйства, вследствие постоянного уменьшения объемов капиталовложений в водную отрасль в течение последних лет. Естественные колебания характеристик гидрологического режима водных объектов приводят к возникновению рисков негативного воздействия вод на население и объекты экономики.

В Российской Федерации негативному воздействию вод подвержено ~ 2,5 процента территорий. Площадь паводкоопасных территорий составляет ~ 400 тыс. кв. км, из которх ежегодно затапливаются до 50 тыс. кв. км. Затоплению подвержены отдельные территории 746 городов, в том числе более 40 крупных, тысячи населенных пунктов с населением ~ 4,6 млн. человек, хозяйственные объекты и более 7 млн. га сельскохозяйственных угодий.

Основными паводкоопасными районами России являются Приморский и Хабаровский края, Сахалинская и Амурская области, Забайкалье, Средний и Южный Урал, низовья р. Волги, Северный Кавказ, Западная и Восточная Сибирь.

В течение последних нескольких лет ежегодный ущерб от наводнений составлял около 2 млрд. рублей в год. Основными причинами возникновения ущерба от наводнений являются застройка паводкоопасных территорий, в том числе нижних бьефов гидроузлов, недостаточная обеспеченность поселений и объектов экономики сооружениями

инженерной защиты, а также несоответствующие современным требованиям заблаговременность и оправдываемость гидрологических прогнозов.

Одним из наиболее распространенных проявлений негативного воздействия вод в Российской Федерации, характеризующимся значительным распространением, длительностью и масштабом наносимых экономических потерь, является подтопление селитебных территорий и массивов земель сельскохозяйственного освоения. Эта проблема требует реализации мероприятий по строительству сооружений инженерной защиты и использованию принципиально новых подходов в рамках решения задач по защите населения и объектов экономики.

В этих чрезвычайных ситуациях производство работ по борьбе с паводками должно базироваться на оперативности работ, мобильности используемой строительной техники, использовании новых материалов и технологий, позволяющих в максимально короткие сроки предотвратить катастрофу и нормализовать работу противопаводковой системы. Таким условиям и требованиям отвечают новые конструкции быстровозводимых дамб из высокопрочных полимерных материалов и технологии их изготовления и возведения в местах прорывов, размывов и смещения русел рек и затопления наиболее низких мест.

Несмотря на то, что паводок обычно наносит большой ущерб, он оказывает и положительные воздействия, так как привносит большое количество природных наносов, происходит промывка верхних слоев грунтов, остаточных удобрений, способствует прохождению различных видов рыб в дельту и т.д. Поэтому строительство постоянных непереливных грунтовых дамб может вызвать негативное воздействие как на экосистему, так на социальное и экономическое положение населения на территории дельты. Это еще одна положительная сторона применения быстровозводимых конструкций.

Однако существующие конструкции мобильных водонаполняемых дамб без закрепления к жесткому основанию не обеспечивают достаточной устойчивости и надежной эксплуатации сооружений инженерной защиты. Поэтому актуальной задачей является разработка новых технических решений для водонаполняемых дамб, обеспечивающее эффективную противопаводковую защиту территорий, а также ее развитие и экологическую безопасность.

Первая мобильная дамба была разработана в 1950 г Н.М. Имберстоном. В настоящее время ее усовершенствованные конструкции применяют во многих странах: США, Японии, Голландии, Китае, Корее и т.д. В России мобильные дамбы были внедрены в практику гидротехнического строительства в 1966 г. Они были построены в Краснодарском крае, Ростовской, Тюменской и других областях с целью создания

временных водохранилищ, орошения и обводнения. Большой вклад в их разработку внесли исследования А.Л. Можевитинова, Н.П. Розанов, Б.И. Сергеева, В.Л. Бондаренко, В.А. Волосухина, О.Г. Затворницкого и др. Недостатком сооружения является низкая эффективность задержания водного потока, а также продолжительность возведения и демонтажа сооружения.

В зависимости от свойств материала, типа и способа наполнителя, флютбета, способа закрепления и т.п. мобильные дамбы можно разделить на различные группы, их классификация представлена на рис. 2.

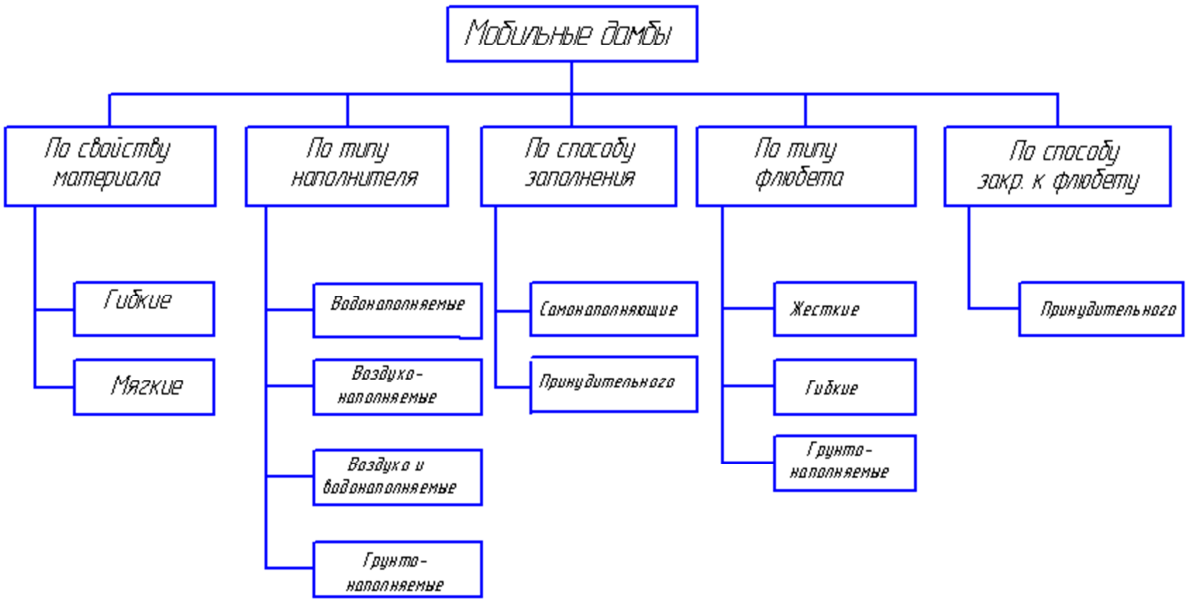

Рис. 2. Классификация мобильных дамб

Предлагаемая полезная модель относится к гидротехническим сооружениям и предназначена для защиты объектов, расположенных в береговой зоне, от стихийных бедствий, а также для возникновения временной преграды на дне водоема.

Задачей и техническим результатом предлагаемого изобретения является разработка нового технического решения, позволяющего повысить эффективность задержания водного потока, путем создания быстровозводимых дамб.

Технический результат достигается за счет того, что быстровозводимая дамба (рис. 2) устанавливается вблизи водоема 7. Сооружение содержит замкнутую оболочку полуэпсоидального типа 1, наполненную водой. Причем, с целью повышения эффективности задержания водного потока, на верхней части замкнутой оболочки симбатно располагается от 1 до 3 воздушных замкнутых оболочки 2, 3, 4. Образованная многослойная оболочка крепится зажимами 6 в нижней части с щитами 5, вбитыми в

почвогрунт. Углы раскрытия α1, α2, α3 воздушных оболочек составляют от 10 до 60 градусов, в зависимости от уровня воды по отношению к дамбе. Крепление оболочки в нижней части осуществляется в 2…5 местах с каждым щитом и с расстоянием между щитами равным 1…5 длин щита L, а также с высотой щита не менее 1…3 высоты h замкнутой оболочки полуэпсоидального типа, наполненной водой.

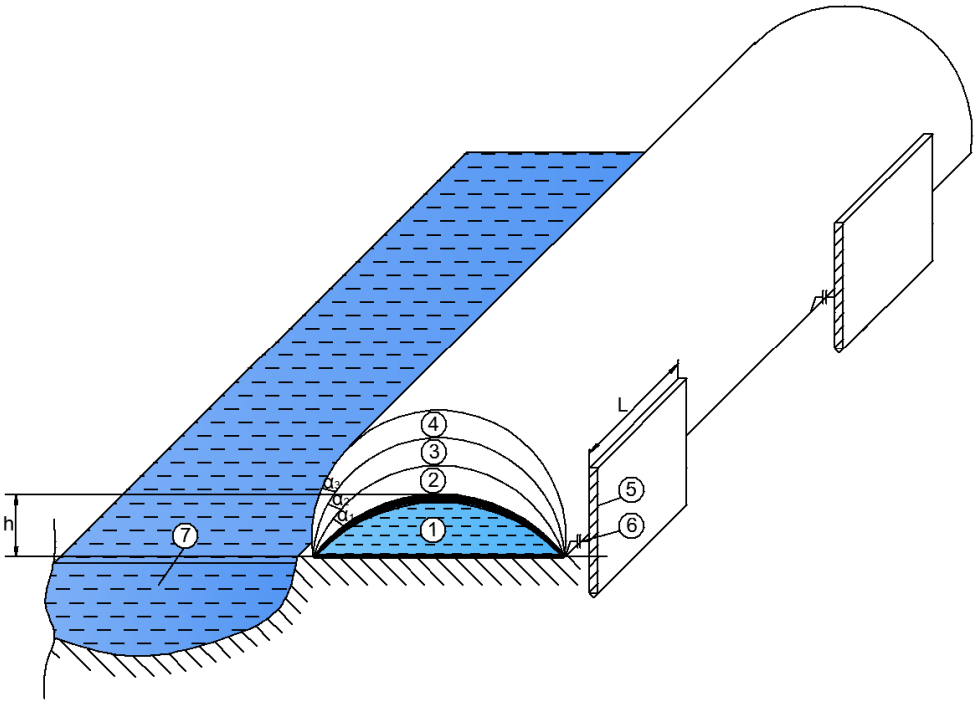

Рис. 3. Быстровозводимая дамба:
1-замкнутая оболочка полуэпсоидального типа; 2,3,4-воздушные замкнутые оболочки; 5-щит; 6-зажим; 7-водоем

Для того чтобы были гарантии работы гибкой дамбы, нужно рассчитать ее устойчивость на сдвиг и опрокидывание. Для этого должны выполняться требования к ее ширине. Исходя из опыта зарубежной практики, условие устойчивости гибких дамб принимается с большим запасом $B \geq 0.82H$.

Следовательно, ширина дамбы (B) должна быть больше глубины воды перед ней на величину не менее 0.82 H. Это условие вытекает из рассмотрения и анализа опрокидывающих и удерживающих моментов сил:

$$M_{уд} = \gamma BH\frac{1}{4}B$$

$$M_{опр} = \gamma\frac{H^2}{2}\frac{H}{3}$$

$$\gamma B^2 H \frac{1}{4} \geq \gamma \frac{H^3}{6}$$

$$\text{откуда} \quad B^2 \geq \frac{2}{3} H^2$$

$$B \geq 0.816H \ .$$

Под действием гидростатической силы воды и фильтрационного потока под их основанием, мобильные водонаполняемые дамбы могут потерять свою устойчивость по следующим схемам: перемещение, опрокидывание и фильтрационная деформация (рис. 4)

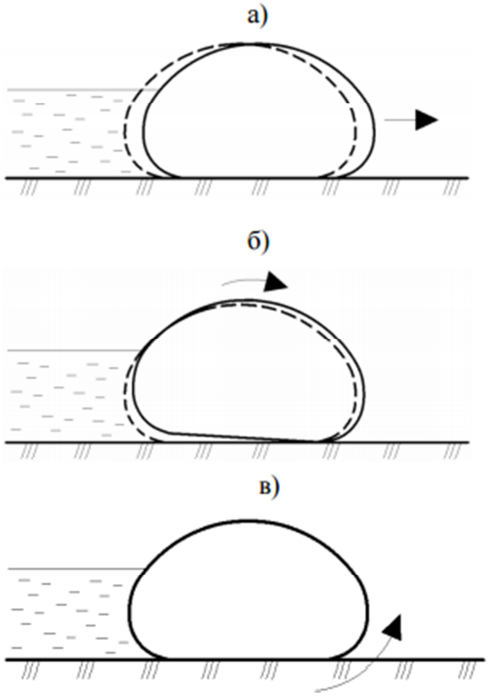

Рис. 4. Схемы потери устойчивости водоналивных дам:
а) перемещение; б) опрокидывание; в) фильтрационная деформация

Критерием обеспечения устойчивости сооружения является условие:

$$\gamma_{ic} F = \frac{\gamma_c}{\gamma_n} R \ ,$$

γ_{ic} -коэффициент сочетаний нагрузок, значение которого принимается в зависимости от расчетного сочетания нагрузок и воздействий;

γ_c – коэффициент условий работы, принимаемый 1,1 для IV класса сооружений;

γ_n – коэффициент надежности по степени ответственности сооружения, принимаемый 1,1 для IV класса сооружений;

F – расчетное значение сдвигающей силы $F = \frac{1}{2} \rho g l h^2$;

R – расчетное значение предельного сопротивления сдвигу $R = f_{об}(G - W_ф)$;

G – вес водонаполняемой оболочки $G = \rho g S l$;

S – площадь поперечного сечения водонаполняемой оболочки;

l – длина водоподпорной оболочки;

W ф – сила фильтрационного давления $W = \frac{1}{2}\rho g b l h$;

f – коэффициент трения.

Коэффициент устойчивости гибкой дамбы на опрокидывание представлен в следующем виде:

$$K = \frac{M_у}{M_{опр}},$$

где M $_у$ – момент удерживающих сил $M_y = \frac{1}{2}\rho g B^2 H$;

M $_{опр}$ – момент опрокидывающих сил $M_{опр} = \frac{1}{6}\rho g h^3 + \frac{1}{3}\rho g h B^2$.

Тогда

$$K = \frac{3B^2 H}{h^3 + 2hB^2}.$$

Коэффициент запаса устойчивости мобильных водонаполняемых дамб в Америке принимается равным 4, а по Японским стандартам (LRFC) - K = 8.

Чтобы обеспечить необходимую степень надежности работы мобильных водонаполняемых дамб необходимо строго соблюдать правила эксплуатации. Площадку, на которой устанавливают оболочку, необходимо очистить от острых предметов, камня, стекла и т.п. После этого развернуть все элементы и провести осмотр оболочки и раскладку ее по периметру территорий защищаемого объекта. Оболочка из него должна находиться в чехле или ящике, предохраняться от острых предметов (стекла, камня и т.п.), химических веществ и храниться в складском помещении до повторного использования, причем ее необходимо уложить в чехол из такого же материала или других композитов. В зависимости от параметров оболочки и веса ткани, ее можно доставить ручным или механическим способами к месту установки (рис. 5).

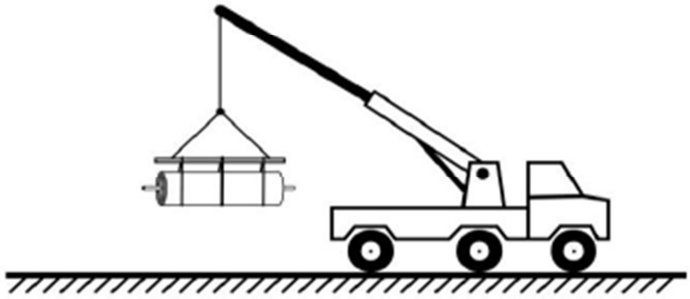

Рис. 5. Доставка элементов мобильных дамб к месту установки

Снижение ущербов народному хозяйству от катастрофических наводнений является крупной социально и экологической проблемой. Применение предлагаемой конструкции позволит снизить ущерб возможных чрезвычайных ситуаций связанных с подтоплением селитебных территорий. За счет мобильности конструкции сокращается время ее доставки. Установка конструкции требует минимальных затрат в технике и рабочей силе. В отличие от существующих конструкций, дамба имеет возможность изменять свою высоту в зависимости от уровня подъема воды, что является одним из основных ее достоинств.

Список литературы

1. Тхай Тхи Ким Тьи. Совершенствование мобильных водонаполняемых дамб для противопаводковой защиты в условиях дельты реки Меконг(Вьетнам): дис. …канд.техн.наук, М., 2014. 141с.
2. Абрамов Н.Н. Водная стихия: опасности, возможности прогнозирования, управления и предотвращения угроз // Всерос. науч. конф. (г. Краснодар, 7-13 окт. 2013 г.) тез. докл: Краснодар, 2013. С. 376-379.
3. Волосухин В.А., Малышевич Б.Н. Руководство по применению гибкой наливной дамбы из композитных материалов в качестве ограждающих конструкций / Утверждено НТС МСХ РФ 12.04.2007. Новочеркасск: НГМА, 2007. 22с.
4. Волосухин В.А. Защитное гидротехническое сооружение: пат. 2374385 Российская Федерация. 2009. Бюл. № 03 МПК E03B7/02. 3 с.