

УДК 69.034.432

## **ОБЗОР МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БОЛЬВЕРКОВ РАЗГРУЖАЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ**

Д. А. Подкорытова, аспирантка гр. АГТ-21, II курс  
Научный руководитель: Бик Ю. И., д. т. н., профессор  
Сибирский государственный университет водного транспорта  
г. Новосибирск

Роль речного флота для ряда регионов Сибири и Дальнего Востока на данный момент является практически единственным средством доставки грузов (до 92% общего объема перевозок)[1]. На сегодняшний день большинство сооружений, существующих на внутренних водных путях России, имеют значительные сроки эксплуатации. Свыше 50% гидротехнических сооружений находятся в эксплуатации 50-75 лет и более[2]. Это обстоятельство требует изыскания дополнительных резервов несущей способности сооружений, а в некоторых случаях их ремонта и усиления [1].

Основным типом причальных сооружений в Сибирском регионе является больверк из стального шпунта. Средний срок службы этих сооружений составляет в среднем 40 лет. В настоящее время только 31% гидросооружений соответствует нормам безопасности[3].

Несущая способность причальных набережных зависит от характеристик грунтов основания и обратной засыпки [4]. У больверков эффект усиления может быть достигнут как в результате введения в их состав разгружающих элементов.

Простейшими разгружающими устройствами являются каменные призмы, отсыпаемые за стенками (рис. 1), применение горизонтальных разгружающих платформ на свайных опорах (рис. 2б), армирование засыпки (рис. 2 а), с несущими элементами в виде гибких полотнищ (стенки парусного типа) (рис. 3 а, б) а также применение инъекционных методов для изменения структуры обратной засыпки [5].

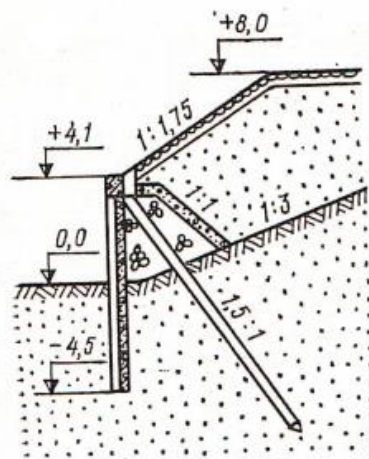


Рисунок 1 – Полуоткосная стенка из таврового шпунта с пологонаклонными сваями с каменной призмой

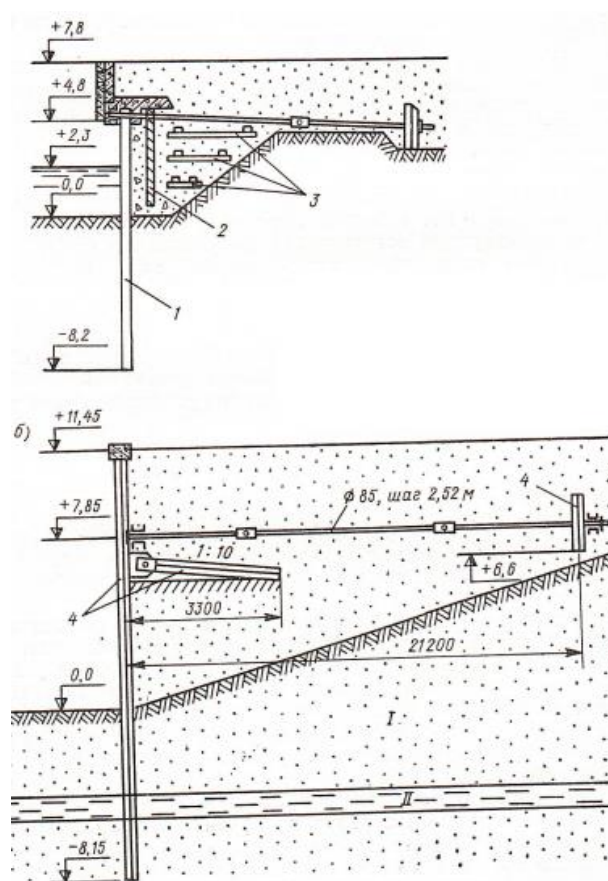


Рисунок 2 – Тонкие подпорные стенки с разгрузочными устройствами  
 а – армирование засыпки; б – стенка с разгружающей плитой; 1-  
 частокол из стальных труб; 2 – железобетонная труба; 3 – железобетонные  
 рамы, армирующие засыпку; 4 – шпунт «Ларсен- IV»; I – песок; II - суглинок

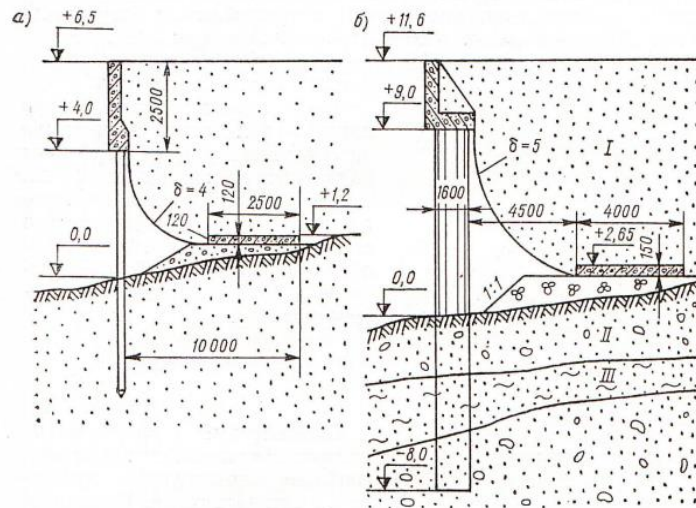


Рисунок 3 – Стенки парусного типа

а – с опорами из призматических свай; б – с опорами из свай-оболочек;  
I – песок; II – гравелистый песок с валунами; III – ил суглинистый

Применение инъекционных методов позволяет осуществлять мероприятия по повышению несущей способности грунтов в таких инженерно-геологических условиях, когда использование других средств практически невозможно. В частности, необходимость применения инъекционного способа закрепления возникает в случае аварийного состояния уже построенного сооружения в результате потери несущей способности.

Способ укрепления земляной насыпи гидротехнических обводненных сооружений (рис. 4) предусматривает производство работ по укреплению в два этапа. На первом формируют прорезающие тело засыпки 3, плоские массивы грунта закрепленного твердеющим материалом, например песчаноцементной смесью. Массивы 4 образуются путем погружения инъекторов непосредственно в грунт засыпки 1 или в образованные в нем скважины.

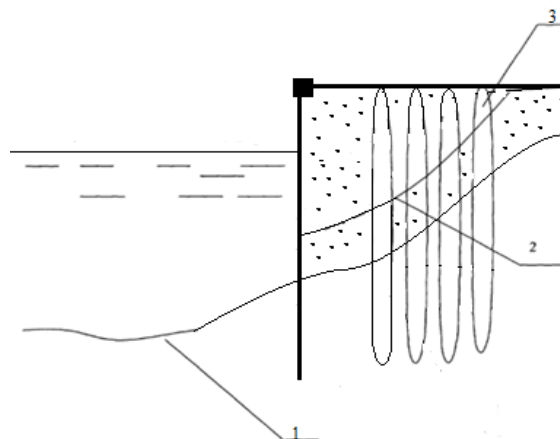


Рисунок 4 - Способ укрепления земляной насыпи гидротехнических обводненных сооружений

Формирование упрочненных свайных элементов 4 в скважинах 1 вертикальных рядов осуществляют инъектированием твердеющего материала

по горизонтам сверху вниз или снизу вверх под давлением. Количество горизонтов определяется высотой укрепляемого сооружения и глубиной залегания его естественного откоса 2 [6].

Следующий метод (рис. 5) используется для защиты берегов акваторий и откосов гидротехнических сооружений от волновых и ветровых воздействий, а также при укреплении грунтовых откосов и горных склонов. Бурятся скважины для установки анкеров, которые выполняются из металлических тросов или стержней и заводятся в скважины из выработки или с поверхности укрепляемого участка, на которой затем тросы или стержни соединяются в единую металлоконструкционную сетку.

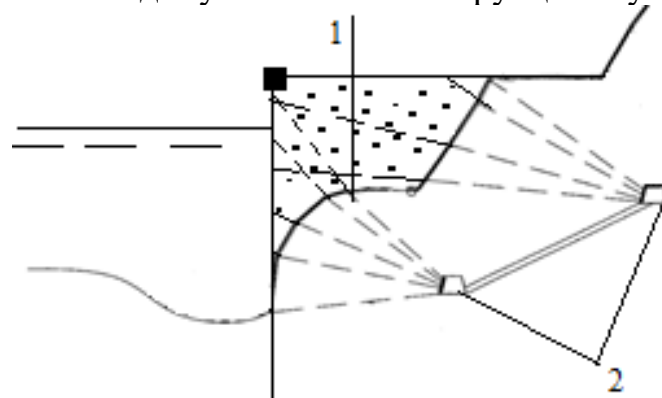


Рисунок 5 - Метод защиты берегов акваторий и откосов гидротехнических сооружений

Находящиеся в скважинах части тросов или стержней натягиваются размещаемыми в выработке или на поверхности укрепляемого участка натяжными устройствами до образования в этих частях тросов или стержней предварительного напряжения. Натянутые части тросов или стержней, находящиеся в скважинах, фиксируются и в скважины нагнетается полимерный жидкий твердеющий материал. Конструкция обеспечивает возможность укрепления грунта в зоне обрушения. Уменьшается количество работ, производимых на поверхности откоса или склона, и снижается оказываемое на массив грунтов откоса или массив горных пород склона механических, ударных или вибрационное воздействие [7].

Приведенные примеры иллюстрируют возможности усиления тонких подпорных стенок большой высоты. При решении вопроса о целесообразности введения в конструкцию таких устройств следует иметь в виду, что в большинстве случаев частично разгруженная тонкая подпорная стенка все же экономичнее высоких и низких свайных ростверков и гравитационных стенок [8].

### Список литературы

1. Проблемы сохранения гидротехнических сооружений в речных портах Сибири/ Ю. И. Бик// Сборник научных трудов "Строительные конструкции и расчет гидротехнических сооружений в условиях проведения экономических реформ". - Новосибирск, 2002. - С. 4-5.

2. Нормативно-правовое обеспечение в области безопасности и надёжности гидротехнических сооружений/ О. В. Приданова // Науч. проблемы трансп. Сибири и Дал. Востока. - 2013. - №2. - С. 98-101.

3. Повышение несущей способности причальных шпунтовых стен с применением инъекционных анкеров/ И. А. Кочкуров// Науч. проблемы трансп. Сибири и Дал. Востока. - 2013. - №2. - С. 89-92.

4. Изменение несущей способности причальных набережных в условиях вечной мерзлоты/ А. М. Щербинина// Материалы научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава "Водный транспорт России вчера, сегодня, завтра". - Новосибирск, 2009. - С. 28-30.

5. А. Я. Будин Тонкие подпорные стенки для условий Севера: учебник / А. Я. Будин — Ленинград: Изд-во «Стройиздат. Ленинградское отделение», 1982.— 288 с.

6. Пат. 2246582 Российская Федерация, МПК E02B 3/12 E02D 17/2 Способ укрепления земляных насыпей обводненных гидротехнических сооружений [Текст] / Лобов О.И., Мельников Б. Н., Иваненко В. И., Шерстюк С. Л.; заявитель и патентообладатель Лобов О.И., Мельников Б. Н., Иваненко В. И., Шерстюк С. Л. № 2004107214/03; заявл. 14.08.2003; опубл. 20.02.2005 Бюл. № 5. – 2 с.

7. Пат. 2345194 Российская Федерация, МПК E02D 3/12, E02D 17/20 Способ укрепления грунтового откоса или горного склона [Текст] Соковых М. Н., , Серебряников И. В., Катюхин В. Я., Карачева Е.В. заявитель и патентообладатель Соковых М. Н., , Серебряников И. В., Катюхин В. Я., Карачева Е.В. № 2007127483/03, заявл. 19.07.2007, опубл. 27.01.2009 Бюл. № 3. – 2 с.

8. Применение методов инъектирования в строительстве/ Д. А. Подкорытова// Материалы научно-технической конференции "Наука. Технологии. Инновации". - Стерлитамак, 2018. - С. 91-99.