Берегоукрепление гравийной и гравийно-галечниковой отсыпкой отличается незначительной стоимостью и простотой ремонта, добыча и укладка материала засыпки могут быть полностью механизированы.

Однако следует отметить, что крепления из гравия и других мелкообломочных материалов более подвержены разрушению от воздействия волн, течения и ледохода по сравнению с каменными и бетонными.

Гравийная, гравийно-галечниковая и щебеночная отсыпки используются при срочной защите береговых и приурезных участков от размывов в период эксплуатации подводных трубопроводов, а также в качестве временной защиты (в течение 5—10 лет с последующими ремонтами крепления) трубопроводов.

Например, эффективным оказалось берегоукрепление гравийной отсыпкой на многониточном переходе газопровода через р. Оку. В течение пяти лет оно не подверглось значительному разрушению, а применение других способов защиты трубопроводов от размыва на данном участке реки было затруднительным.

Посадка растительности (биологическая защита) в некоторых случаях может быть эффективной и заменить более дорогостоящие типы берегоукрепления. При прорастании кустарника корневая система, ветви и листья защищают береговые откосы от воздействия течения и волн, кустарник увеличивает шероховатость русла, снижает скорость потока и смягчает удары льдин.

Для затапливаемых откосов в основном применяются ивовые посадки. Окрепшие посадки выдерживают скорости течения до 1—1,5 м/с.

Надводные откосы, затапливаемые только в паводок, могут укрепляться посевом трав и одерновкой. Посевы трав и одерновка защищают откосы от размыва дождевыми водами и ветровой эрозии. Песчаные и глинистые грунты откосов перед посевом трав покрывают слоем растительной земли толщиной 10—20 см.

## § 8.4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИЙ. НАГРУЗКИ И ВОЗДЕЙСТВИЯ НА БЕРЕГОУКРЕПЛЕНИЯ

Проектирование берегоукреплений включает: определение границ крепления, расчет на возможные эксплуатационные нагрузки, проверку общей устойчивости укрепляемого откоса и расчет отдельных элементов покрытий на монтажные и транспортные нагрузки.

Расчеты конструкций берегоукреплений и их элементов выполняют по методу предельного состояния в соответствии с требованиями Строительных норм и правил, расчеты креплений откосов производят в условиях плоской задачи (ширина полосы крепления принимается равной 1 м).



На берегоукрепления могут воздействовать в различных сочетаниях постоянные, временные и кратковременные нагрузки.

К постоянным нагрузкам относятся: собственный вес элементов крепления и вес грунта, входящего в конструкцию крепления, активное давление грунта.

К временным нагрузкам (длительным и кратковременным), определяющим основные размеры элементов крепления, относятся: волновое давление, напорное давление, возникающее при понижении уровня воды от движения судов, ледовые и снеговые нагрузки, напорное гидростатическое давление, обусловленное колебаниями уровней воды и подпором грунтовых вод.

К особым нагрузкам относятся: навал судов, ледовые нагрузки, вызванные катастрофическим повышением или понижением уровня воды в зимнее время, напорное гидростатическое давление при катастрофическом понижении уровня воды на водохранилище или судоходном канале.

Нагрузки от навала судов необходимо учитывать только на участках, где имеется наибольшая вероятность их появления (на поворотах рек со значительными скоростями течения и интенсивным судоходством). Кроме того, на берегоукрепление оказывает влияние размывающее гидродинамическое воздействие течений, коррозийное действие воды и окружающей среды, температурные воздействия.

Воздействие ветровых и судовых волн, параметры волн (высота и длина волны), расчетные эпюры волнового давления принимаются по рекомендациям, приведенным в СНиП II-57—75.

От воздействия льда могут возникать следующие нагрузки: динамическая от удара отдельно плавающих льдин (ледяного поля), статическая от сплошного ледяного покрова при его термическом расширении, статическая от начала ледяного поля или заторных масс льда под влиянием ветра или течения, статическая от примерзшего к креплению откоса ледяного покрова при колебании уровней воды в зимний период, истирающее воздействие льда вследствие трения движущихся льдин о поверхность берегоукрепления.

Нагрузки от воздействия льда при проектировании берегоукреплений откосов водохранилищ, рек и озер определяются в соответствии с рекомендациями СНиП II-57—75.

Расчет креплений в виде каменной наброски включает: определение массы отдельных камней и их крупности в верхнем слое наброски [1], определение общей толщины слоя наброски, числа слоев и толщины каждого слоя, выбор размера и состава обратного фильтра или подготовки под каменную наброску, определение размеров упора (упорной каменной призмы).

Расчет креплений из плит и гибких тюфяков приведен в работе [1]. Предварительная толщина креплений из плит в зависи-