

Абразия

Абразия (от латинского *abrasio* – соскабливание, сбривание) – это геологический процесс механического разрушения берегов морей, озёр и крупных водохранилищ волнами, течениями и прибоем.

При этом горные породы испытывают удар волны, коррозионное разрушение под действием ударов камней и песчинок, растворение, в полярных областях протаивание (термоабразия) и другие воздействия.

Интенсивность абразии зависит от степени волнового воздействия и свойств пород.

Инженерно-геологическое значение изучения абразии

Обусловлено :

- - необходимостью оценки влияния интенсивности абразии и размеров отмели и надводного уступа в нарушении устойчивости склонов и вызывающего или активизирующего оползни, обвалы, овражную эрозию;
- необходимостью защиты застроенных и осваиваемых территорий от абразии и обоснования проектирования и строительства берегоукрепительных сооружений;
- необходимостью рационального размещения и обеспечения устойчивости объектов на берегу и на верхней части шельфа;
- необходимостью характеристики мест и интенсивности образования наносов за счет размыва пород в береговых уступах.



Абразия

- Абразия создаёт на берегах абразионную террасу, или бенч, и абразионный уступ, или клиф.
- Образующийся при этом в результате разрушения горных пород материал вовлекается в процессы перемещения наносов и сносится волнами и течениями к подножию абразионного подводного склона, образуя здесь прислонённую аккумулятивную террасу.
- По мере расширения абразионной террасы процессы абразии постепенно затухают (так как расширяется полоса мелководья, на преодоление которой расходуется энергия волн) и сменяется аккумуляцией.



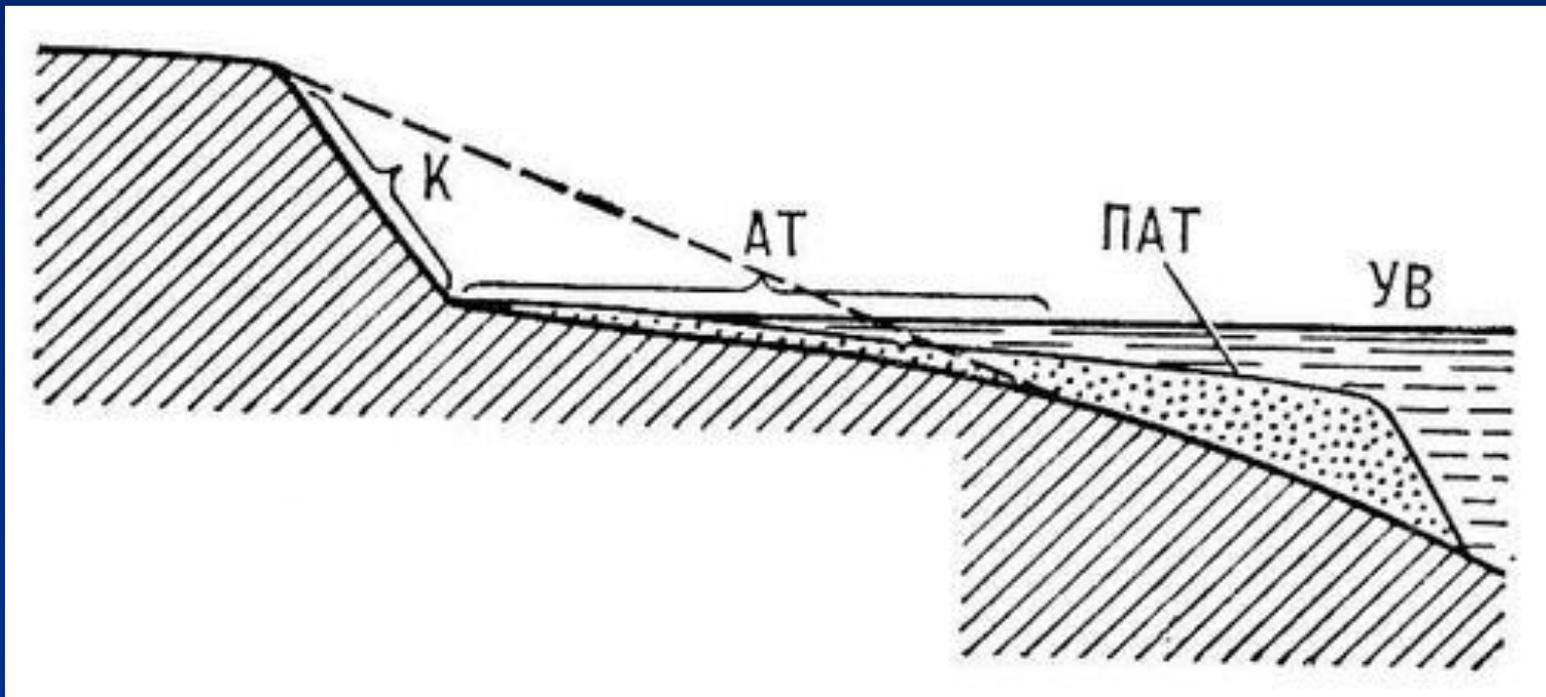


Схема абразионных форм и элементов берега (В.П. Зенкевич, 1962) :
К — клиф; АТ — абразионная терраса (бенч); ПАТ — подводная
аккумулятивная терраса; УВ — уровень воды

Механическая абразия

- Разрушительная работа волн может осуществляться механическим, химическим, термическим путем.
- *Механическим путем* разрушение пород происходит под действием гидравлического удара прибойной волны, мгновенной компрессии и декомпрессии воздуха в трещинах пород, а также бомбардировкой и истиранием горной породы обломками той же или другой породы (Зенкевич, 1962).



Химическая абразия

- Химический путь реализуется на берегах сложенных растворимыми породами. Чаще всего наблюдаются абразионные берега, сложенные известняками. На поверхности известняков возникают различные формы выщелачивания в виде борозд по трещинам или выемок по наиболее податливым участкам породы.
- Скорость химической абразии зависит от гидродинамического режима, состава пород слагающих берег и от минерализации и степени насыщения воды компонентами, обуславливающими её агрессивность. На скорость химической абразии влияет температура воды. Холодная вода способна растворить большее количество CO_2 и благодаря этому она более агрессивна к известнякам. Скорость химической абразии берегов сложенных известняками 0,5-5,0 мм в год.
- Химическая абразия обычно комбинируется с механической, но не создает особого типа берега, а лишь в той или иной степени осложняет морфологию «обычного» абразионного берега.



Термоабразия

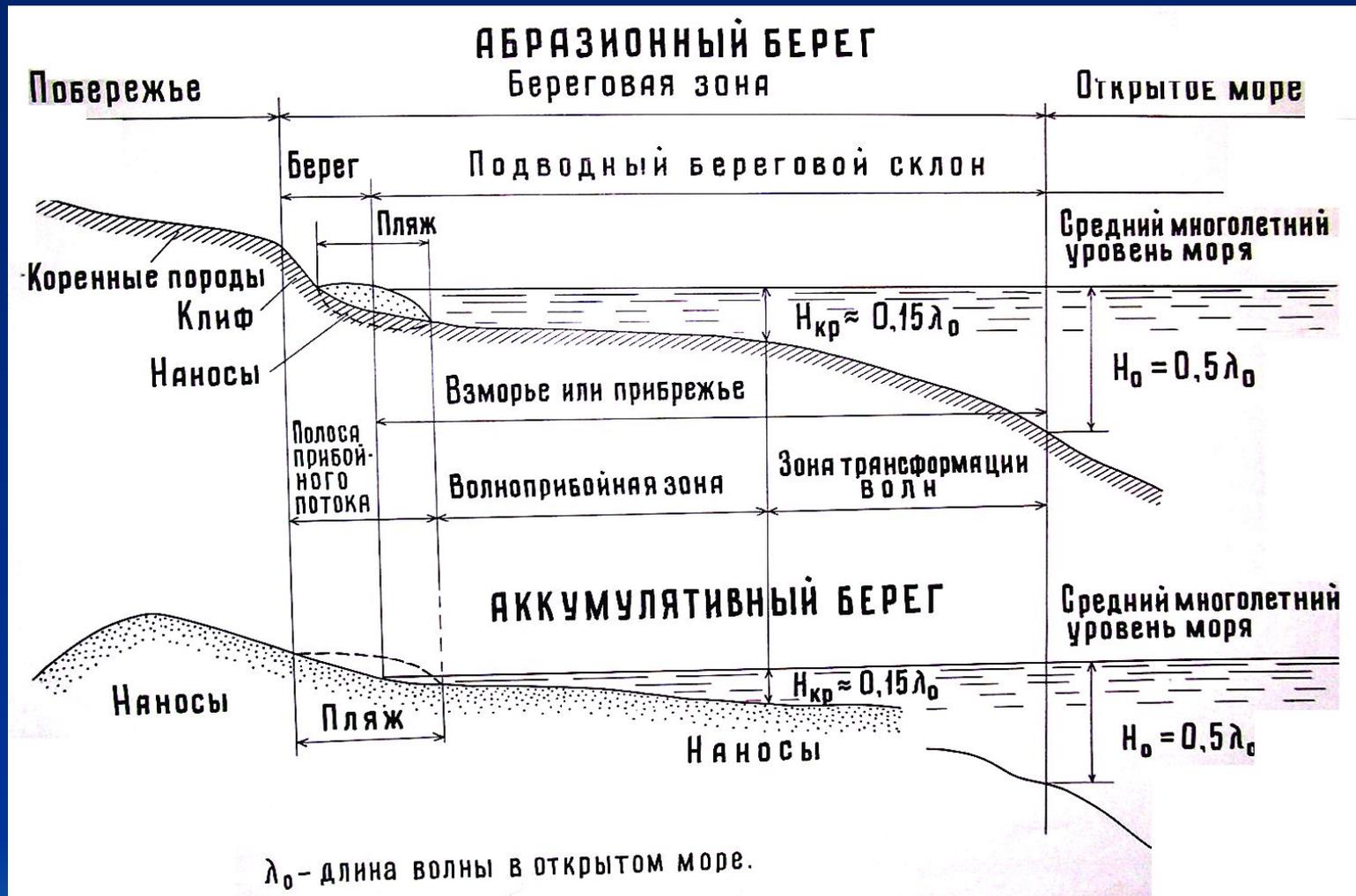
- *Термоабразия* является сочетанием процессов теплового и механического разрушения берегов водоёмов при воздействии прибоя на участках побережья, сложенных мёрзлыми горными породами, содержащими большое количество подземных ледяных тел.
- Интенсивность термоабразии зависит от температура воды, энергия волноприбойных процессов и от литологического состава мерзлых пород.
- Скорость термоабразии очень высокая и может достигать 18-20 и более м/год.



Типы морских берегов

- С генетической точки зрения (О.К.Леонтьев, 1961), выделяют следующие типы берегов: неразмываемые, абразионные, аккумулятивные и биогенные.
- Абразия, подмывая основания склонов и нарушая их устойчивость, вызывает развитие таких геологических процессов, как оползни, обвалы, осыпи и др. Это обуславливает необходимость деления абразионных берегов на подтипы: абразионно-оползневые, абразионно-обвальные, абразионно-осыпные или различные комбинации их.
- Среди берегов наиболее распространены аккумулятивные берега, на долю которых приходится 28% береговой линии, абразионные берега составляют 21.8%.
- Биогенными называются берега, формирующиеся в ходе жизнедеятельности различных организмов. Это атоллы — кольцеобразные постройки, окаймляющие подводные известняковые террасы, барьерные рифы — протяженные кораллово-известняковые гряды.





Морфологические особенности абразионного и аккумулятивного берега (В.П. Зенкевич, 1962)

Условия и факторы формирования берегов морей

- Среди основных факторов, определяющих динамику формирования берегов морей, крупных озер, водохранилищ выделяются геологические, геоморфологические, гидрологические, климатические и техногенные.
- **Геологические:**
 - – неотектонические и современные движения;
 - – породы, состав, залегание, трещиноватость;
 - – физико-механические свойства пород, сопротивление волновому размыву, их изменение при разуплотнении, выветривании и других процессах;
 - – современные геологические процессы: выветривание, склоновые, карст.
- **Рельеф** надводной и подводной части берега.
- **Гидрологические:**
 - – уровенный режим водоема в историческом аспекте и в настоящее время;
 - – волновой режим – высота, длина повторяемость и энергия волны;
 - – течения вдоль береговые и придонные;
 - – наносы – закономерности формирования - перемещение, аккумуляция, косы, бары;
 - – воздействие льда на берег..



Условия и факторы формирования берегов морей

- **Климатические:**
 - – температурный режим водоема по сезонам года;
 - – наличие или отсутствие льда;
 - – количество выпадающих осадков;
 - – амплитуда колебания температуры.
- **Техногенные:**
 - – инженерные сооружения – изменение волнового режима;
 - – химические и биогенные факторы воздействия на породы отмели и берега;
 - – растительность – сведение и посадка.



Неотектонические процессы как фактор формирования берегов

- При формировании берегов морей и крупных озер большое влияние оказывают неотектонические и современные движения, которые прямо влияют на динамику абразионных процессов.
- Образование заливов, лиманов, глубоких фьордов связано как с медленными (Балтийский щит), так и разрывными грабенообразными опусканиями (например, залив «Провал» на Байкале, возникший при землетрясении 1862г.)
- Неотектонические движения, обуславливают контрастность рельефа, отражаются и на развитии геологических процессов – эрозионных, селевых, обвальных и оползневых на склонах обрамляющих морские берега или озерные впадины.
- Например, на Кавказском побережье, в районе г. Анапы, грандиозные оползни конца верхнеплейстоценового времени, вероятно под действием землетрясений сформировали два больших мыса выступающих в море – Большой и Малый Утриш.



Параметры, характеризующие морские волны

- Энергия работы, производимой волнами (В.П. Зенкович, 1962), находится в прямой зависимости от высоты (H) и длины (L) волн. Суммарная энергия морской волны определяется по формуле:

$$E = \frac{1}{8} H^2 L.$$



Параметры, характеризующие морские волны

- Высота и длина волны определяются глубиной водоема, длиной разгона (расстояние, на котором формируется волна), скоростью и продолжительностью ветров.
- Периодом называется время, за которое волна проходит путь между смежными гребнями или ложбинами. Период зависит от длины волны: мелкие, близко следующие друг за другом волны, имеют период в несколько секунд, гребни же длинных волн в открытом море могут следовать один за другим с интервалом до 20 с.
- Скорость распространения волны рассчитывается путем деления длины волны на его период.
- Волны оказывают двоякое воздействие на берега. С одной стороны, они их разрушают, превращая скальные монолитные грунты в глыбы, обломки, валуны, гальку, песок, с другой — переносят и отлагают продукты разрушения, создавая пляжи и аккумулятивные типы берегов.
- Сила удара волн о берег может достигать очень больших величин. Волна высотой 2 метра оказывает давление около 15 тс/м. В открытых морях сила удара может достигать 30 тс/м.



Параметры, характеризующие абразию

- Количественные показатели, характеризующие активность проявления абразии, подразделяются на три группы:
1) показатели формы проявления абразии; 2) показатели ее распространения; 3) показатели ее динамики.
- Объем переработки – количество разрушенных пород ($\text{м}^3/\text{год}$) на 1 погонный метр берега.
- Пораженность – отношение протяженности абразионных берегов к общей длине побережья (%).
- Активность – отношение количества (длины берега) свежих форм проявления процесса к их общему числу (длине абразионных берегов).
- Основным количественным параметром, характеризующим динамику абразии или переработки берегов водохранилищ, согласно СНиП 22-01-95, является *скорость отступления береговой линии ($\text{м}/\text{год}$)*.



Берегоукрепительные мероприятия

- Волнозащитные вдольбереговые:
 - - подпорные береговые стены (набережные) волноотбойного профиля из монолитного и сборного бетона и железобетона, камня, свай;
 - - железобетонные и металлические шпунтовые стенки;
 - - ступенчатые крепления с укреплением основания террас;
 - - массивные волноломы.
- Волнозащитные откосные:
 - - монолитные покрытия из бетона, асфальтобетона, асфальта;
 - - покрытия из сборных плит;
 - - покрытия из гибких тюфяков и сетчатых блоков, заполненных камнем;
 - - покрытия из синтетических материалов и вторичного сырья.



Берегоукрепительные мероприятия

- Волногасящие вдольбереговые проницаемые сооружения с пористой напорной гранью и волногасящими камерами
- Волногасящие откосные, включающие наброску из камня, наброску или укладку из фасонных блоков, искусственные свободные пляжи.
- Пляжеудерживающие вдольбереговые подводные banquetты из бетона, бетонных блоков, камня.
- Пляжеудерживающие поперечные буны, молы, шпоры (гравитационные, свайные, из фасонных блоков и др.)
- Специальные:
 - - регулирующие сток рек;
 - - струенаправляющие дамбы из каменной наброски и грунта;
 - - искусственное закрепление грунта откосов (мелиорация, лесомелиорация).



Воздействие на геологическую среду водохранилищ

- Водохранилище — это всякого рода устройства для сбора и хранения воды. К концу XX века на земле эксплуатировались уже более 60 тысяч водохранилищ (из них около 2300 в России) общим объёмом более 6500 км^3 . Рогунское 11 км^3 . Площадь их водного зеркала равна 400 тыс. км^2 (площадь одиннадцати Азовских морей). Протяженность берегов водохранилищ соответствует длине экватора.
- Мгновенное заполнение вызывает резкое изменение природной обстановки, нарушение динамического равновесия. Изменяются климатическая обстановка, температура, осадки, влажность, растительность, гидрологическая обстановка и т.п.
- Наблюдается загрязнение и новые геологические процессы.



Активизация геологических и возникновение инженерно-геологических процессов

- 1. Образование мелководий – бросовые равнинные земли.
- 2. Всплывание торфяников – на мелководье примерзают ко льду, отрываются, плавают, мешают судоходству, попадают в водоприемники.
- 3. Подтопление территорий, заболачивание, засоление.
- 4. Вдольбереговой перенос отложений – размыв, новые накопления, нарушение устойчивости сооружений.
- 5. Заиление в Среднеазиатских водохранилищах.
- 6. Переработка берегов. Особенности переработки лессовых берегов.
- 7. Значительные колебания уровней горных водохранилищ приводят к развитию склоновых процессов.
- 8. Возбужденная сейсмичность. Нурекское водохранилище.



Задачи инженерной геологии

- Прогноз неблагоприятных процессов:
 - - переработка берегов – установление величины и профиля;
 - - размыв и вдольбереговой перенос;
 - - утечки и подтопление, заболачивание и засоление.
- Методы расчета переработки берегов
 - - сравнительно-геологические – предварительное изучение водоемов, существующих на данной территории, измерение углов отмелей, бичевников и т.д.;
 - - энергетические – объём V размывных пород пропорционален энергии E волнения: $V=kEt^a$, где k – коэффициент размываемости пород, t – время, год, a – показатель степени меньше единицы;
 - - сложные случаи – берега оползневые, в лессах, в зоне распространения многолетнемерзлых пород и т.д.



Мероприятия по стабилизации

- 1. Подготовительные работы: вырубка леса, уборка торфа, очистка дна.
- 2. Борьба с переработкой:
 - Укрепление берегов: а)
 - лесомелиорация;
 - б) укрепление (мелиорация) пород;
 - в) каменная мостовая, свайные стены, бетонные плиты и др.
- Гашение энергии волн:
 - а) отмели, пляжи;
 - б) буны, дамбы, волноломы.
- Перенос сооружений.
- 3. Борьба с затоплением и подтоплением:
 - а) обвалование;
 - б) дренажные системы.

