

ОСНОВНИ ИЗИСКВАНИЯ, КРИТЕРИИ И НАТОВАРВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРАНЕТО НА ЯЗОВИРНИ ХТС. ВИДОВЕ ЯЗОВИРНИ СТЕНИ. ПРЕДИМСТВА И НЕДОСТАТЪЦИ. ОБЩИ СЪОБРАЖЕНИЯ ПРИ ИЗБОР ТИП НА СТЕНАТА.

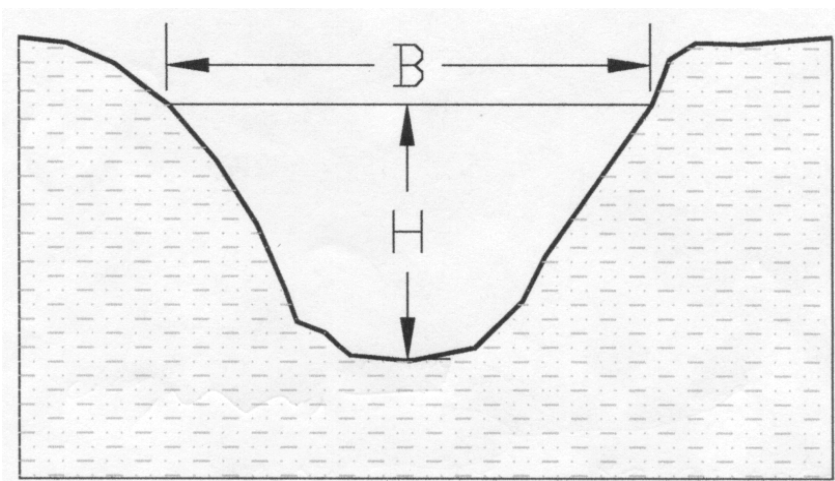


Проф. д-р инж. ВАНГЕЛ ВАСИЛЕВ

1. Основни изисквания и критерии

1.1 Водостопански изисквания

1.2 Топографски условия



► Ждрело $B/H \leq 3$, наклон на
скатове $35^\circ \div 80^\circ$



Cañón del Infiernillo, Mexico

1.2 Топографски условия

- ▶ Тясна долина, $B/H = 3 \div 6$, наклон на скатите $18^\circ \div 35^\circ$



Río Santiago, Mexico

- ▶ Широка речна долина $B/H > 6$, наклон на скатите $< 18^\circ$



Campbell River, USA

1.3 Геоложки и геотехнически условия



Слаби скални прослойки



Каверни във варовикови скали



**Свличане на земни маси в
язовира, яз. Zimarán, Mexico**



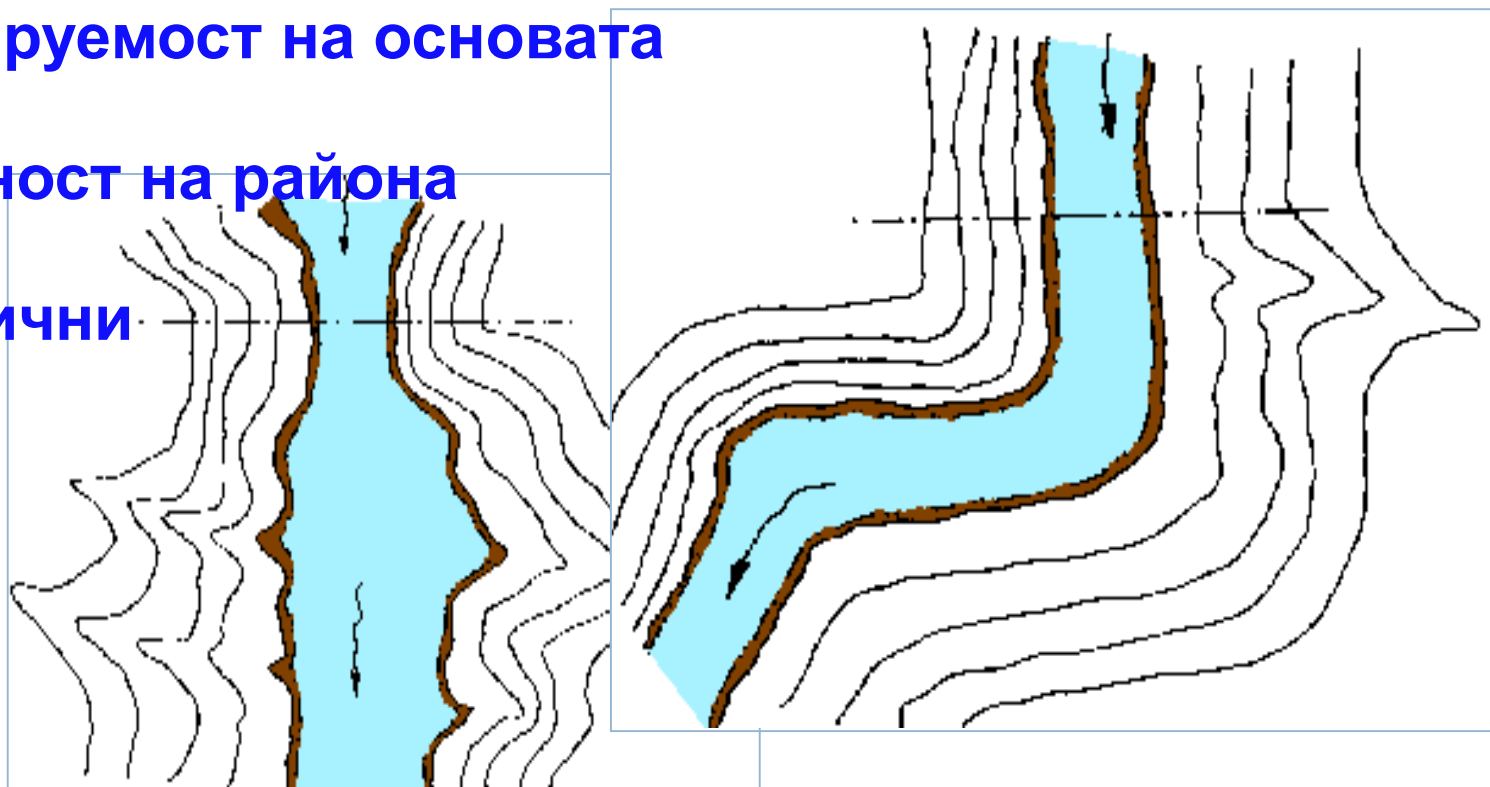
1.4 Допустими напрежения в основата

Тип на язовирната стена	Очаквани макс. напрежения в основата (MN/m ²)
Стена от местни материали	1.8 - 2.1
Бетонна гравитачна	3.2 - 4.0
Бетонна контрафорсна	5.5 - 7.5
Бетонна дъгова	7.5 - 10.0

1.5 Деформируемост на основата

1.6 Сеизмичност на района

1.7 Хидравлични условия

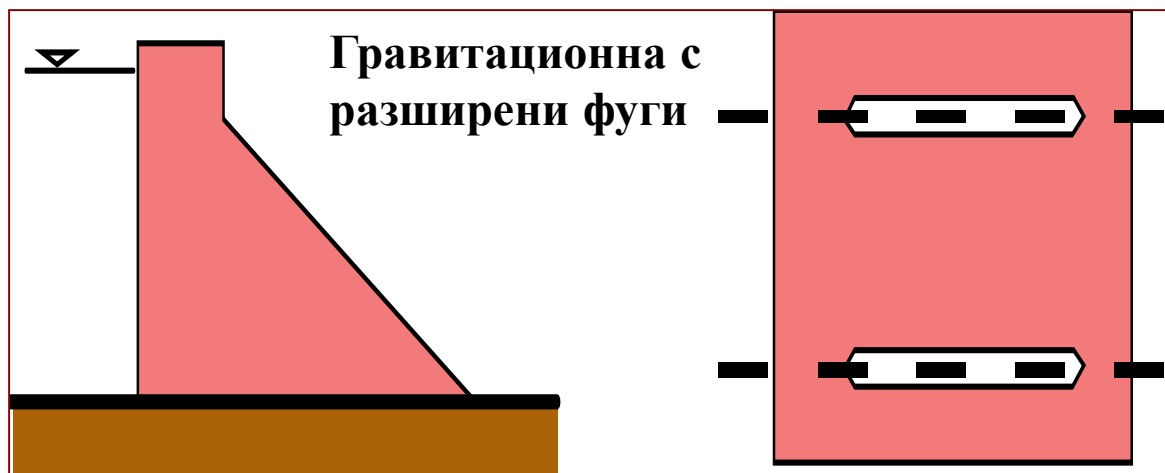
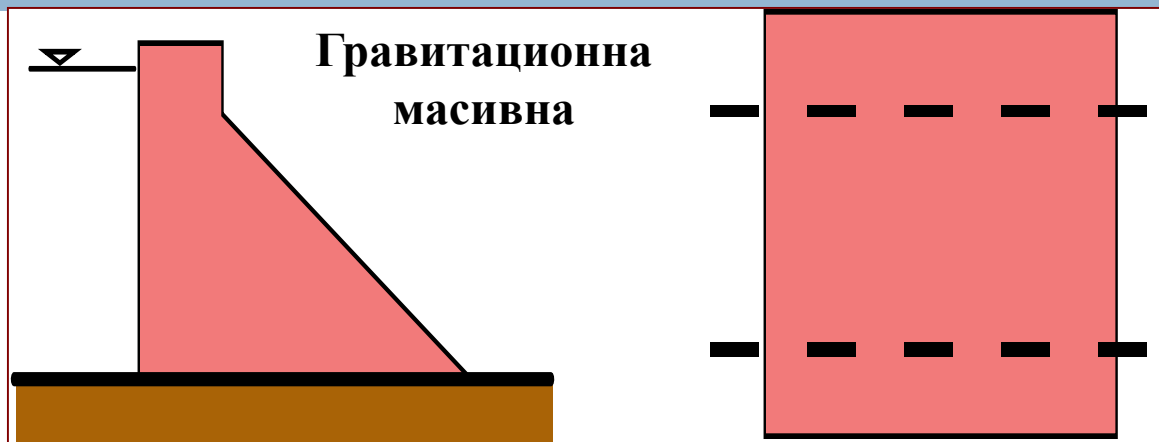
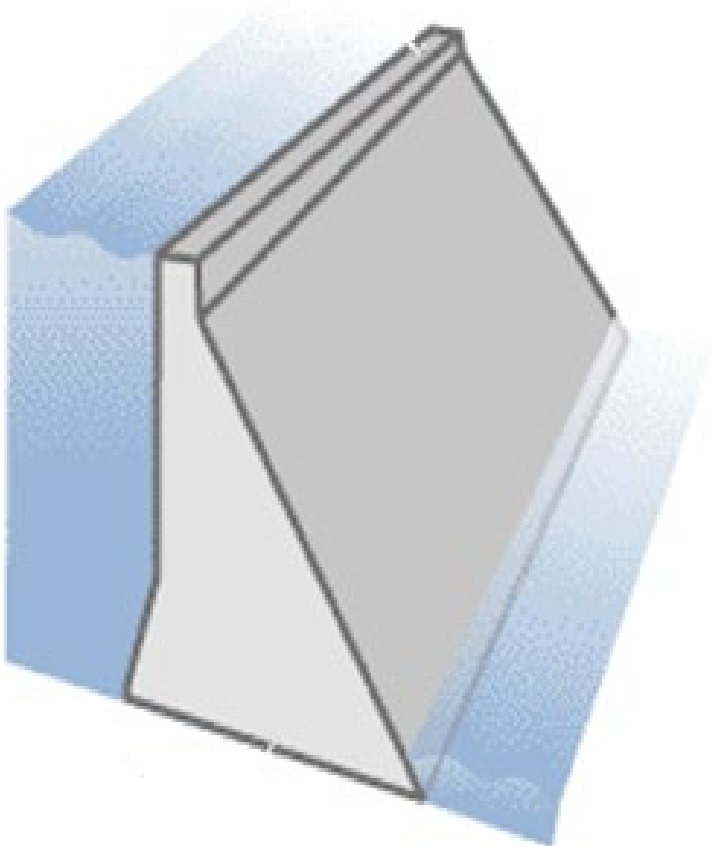


1.8 Количество на евентуалните изкопи

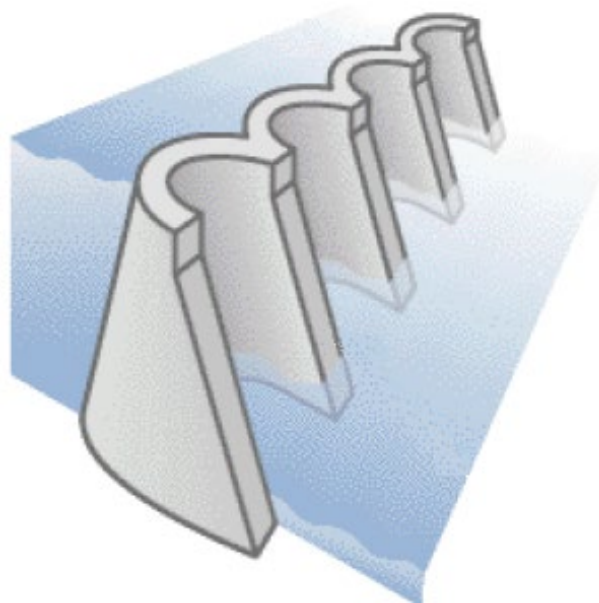
2. Основни видове язовирни стени

2.1 Бетонни

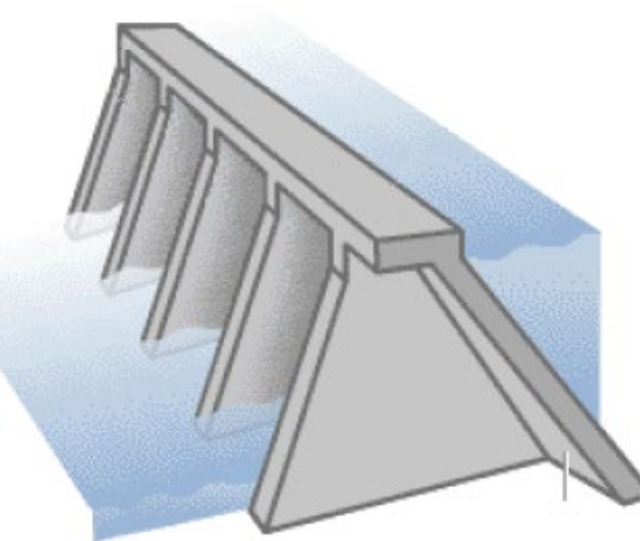
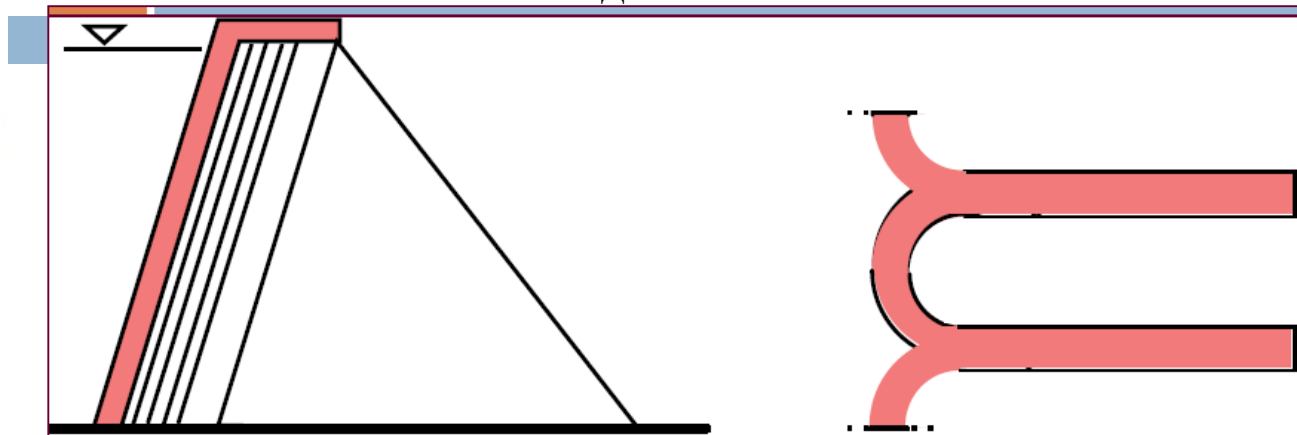
2.1.1 Гравитационни



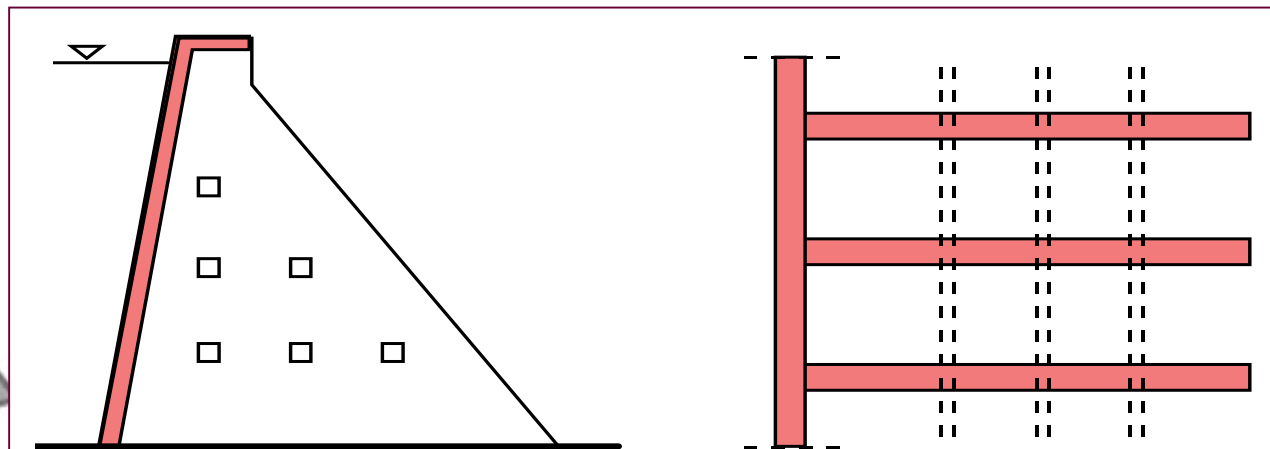
2.1.2 Контрафорсни



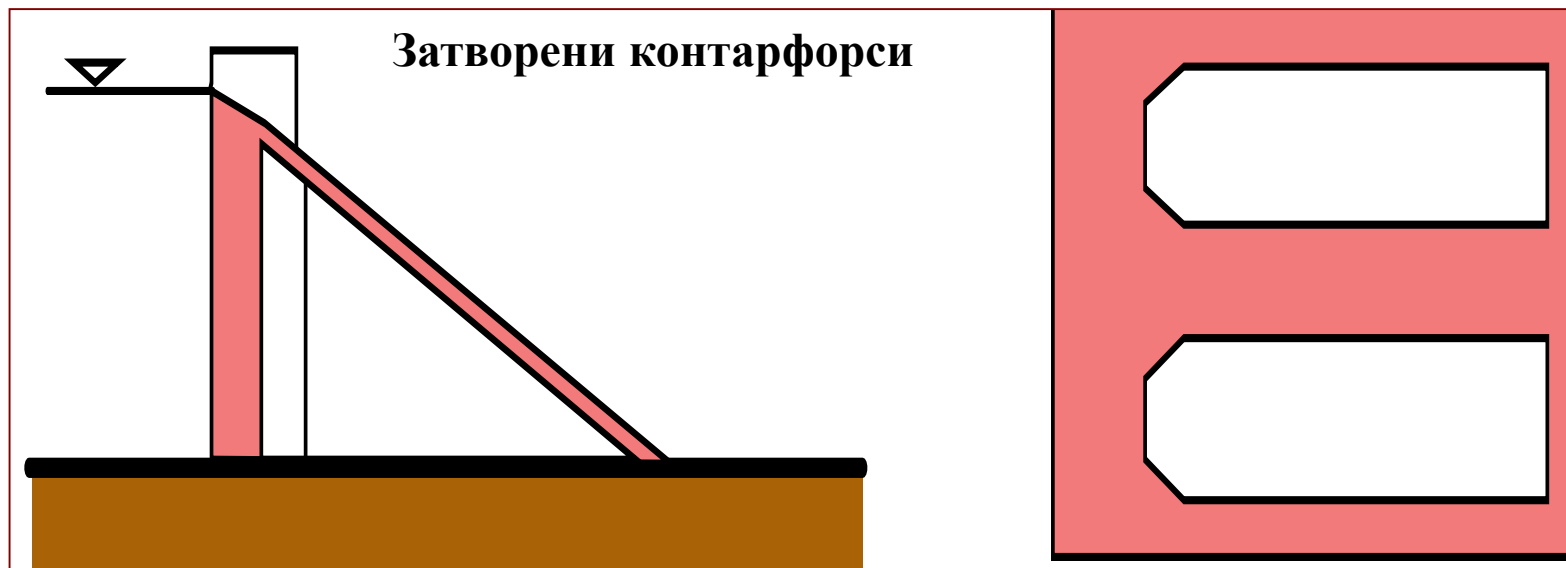
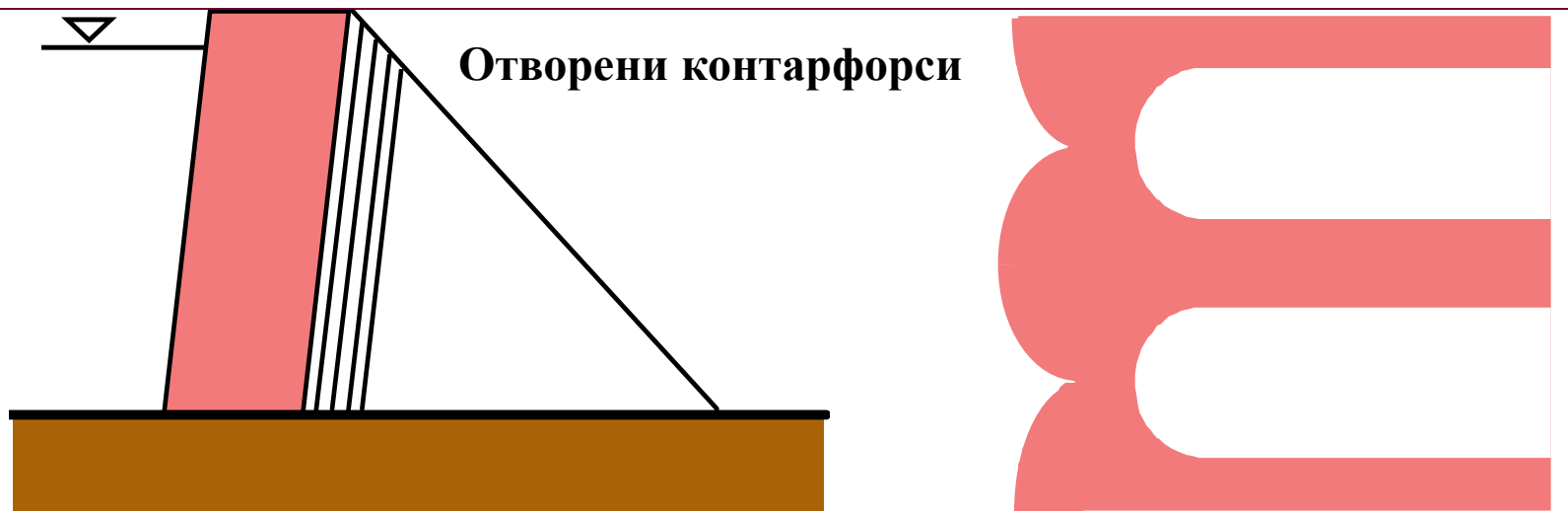
Многодъгова



Тип “Ambursen”



2.1.2 Контрафорсни



2.1.3 Дъгови

а) Според коефициента $\beta = b/H$ (b =дебелина на дъгата в основата; H =височина на стената)(Гришин, 1975):

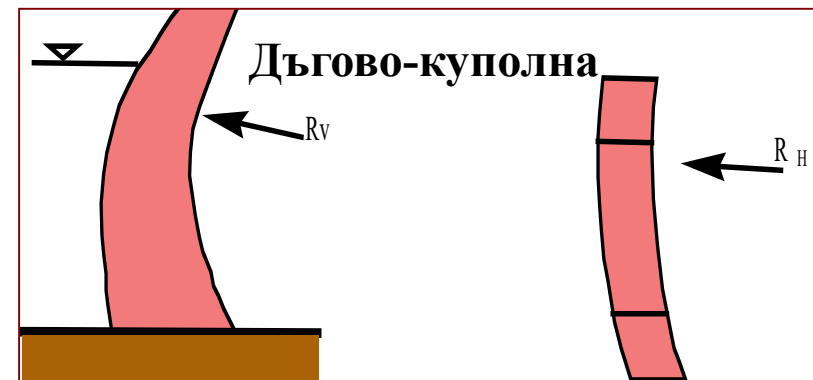
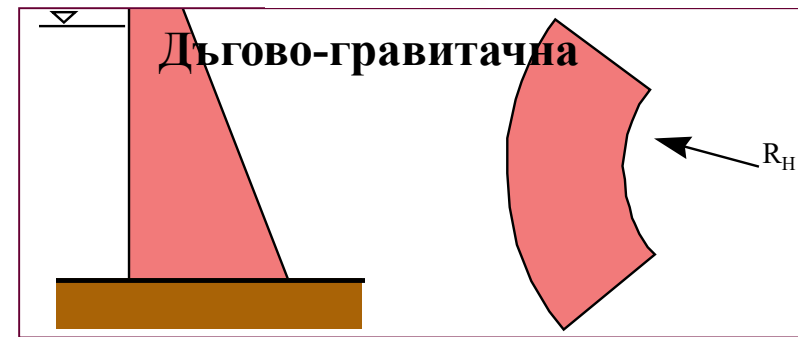
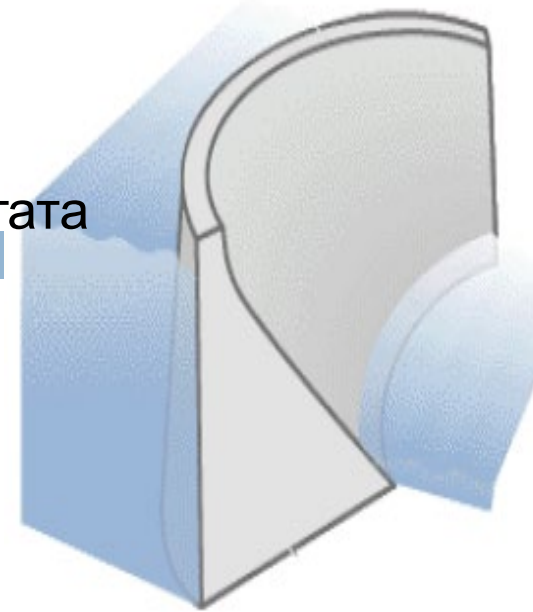
- ♦ тънки - при $\beta < 0.20$
- ♦ дебели - при $0.20 \leq \beta \leq 0.35$
- ♦ дъгово-гравитачни - при $0.35 \leq \beta \leq 0.65$

б) Според формата на дъгата
(Гришин, 1975):

- ♦ дъга с постоянен централен ъгъл
- ♦ цилиндрична дъга
- ♦ дъга с двойна кривина (куполна)

в) Според височината H (USBR, 1977):

- ♦ ниски - $H < 30$ m
- ♦ средно високи - $30 \leq H \leq 100$ m
- ♦ високи - $H > 100$ m.

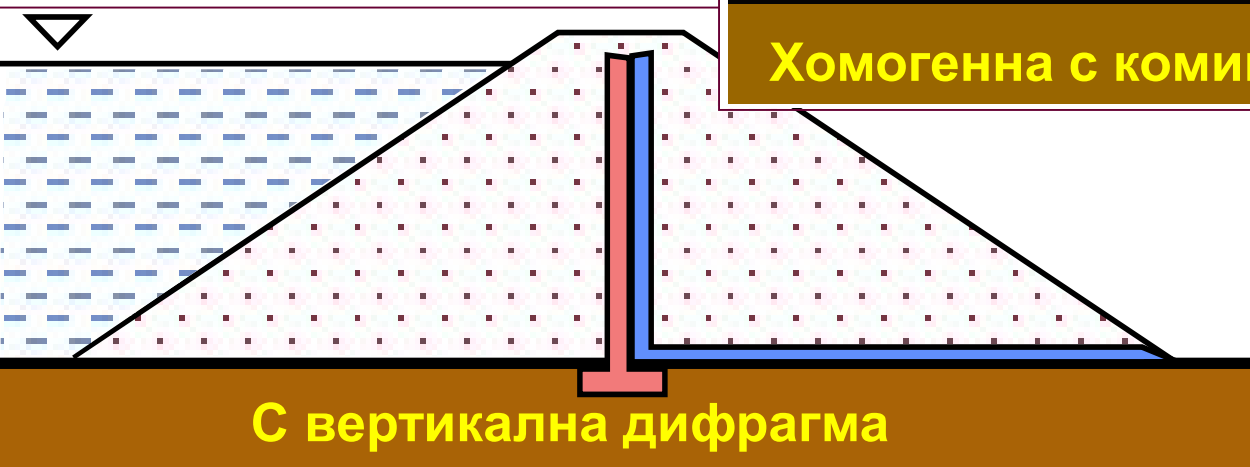


2.2 От местни материали (насипни)

2.2.1 Земнонасипни

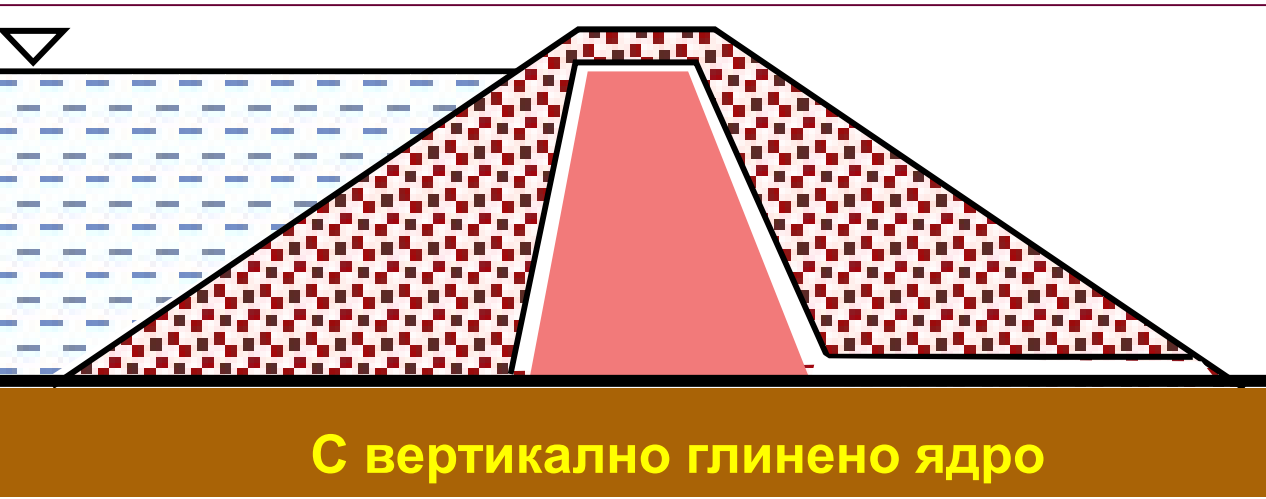


2.2.1 Земнонаситни

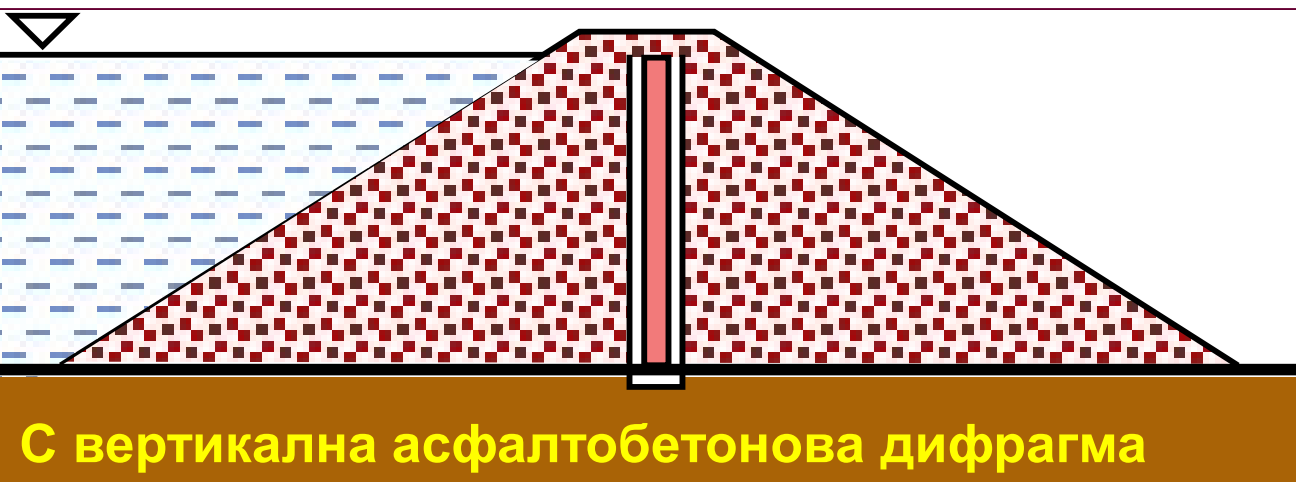


2.2 От местни материали (насипни)

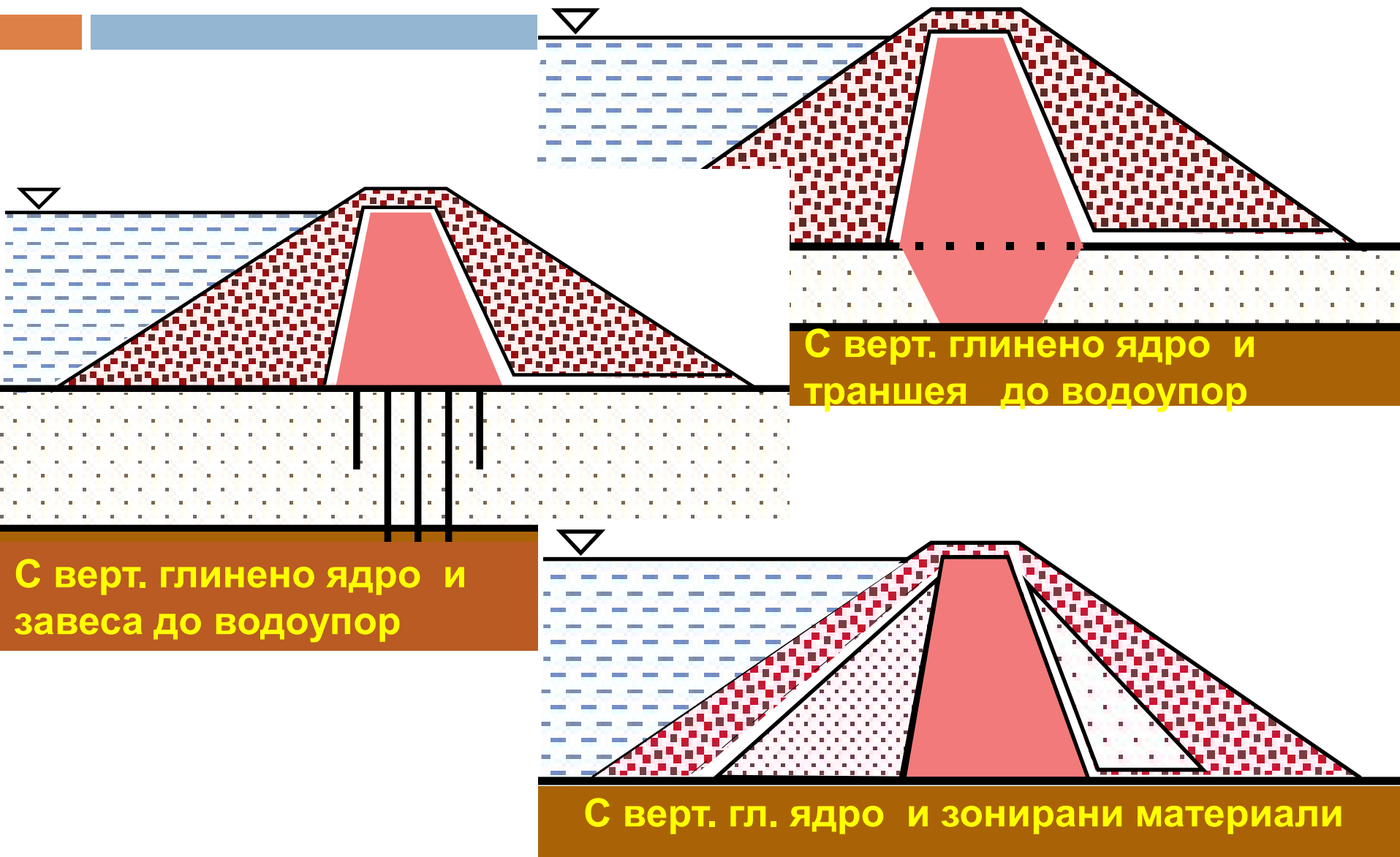
2.2.2 Каменонасипни



2.2.2 Каменонасипни



2.2.2 Каменонасипни



3. Предимства и недостатъци на видовете язовирни стени

4. Обобщени съображения при избора на типа на стената (1-2)

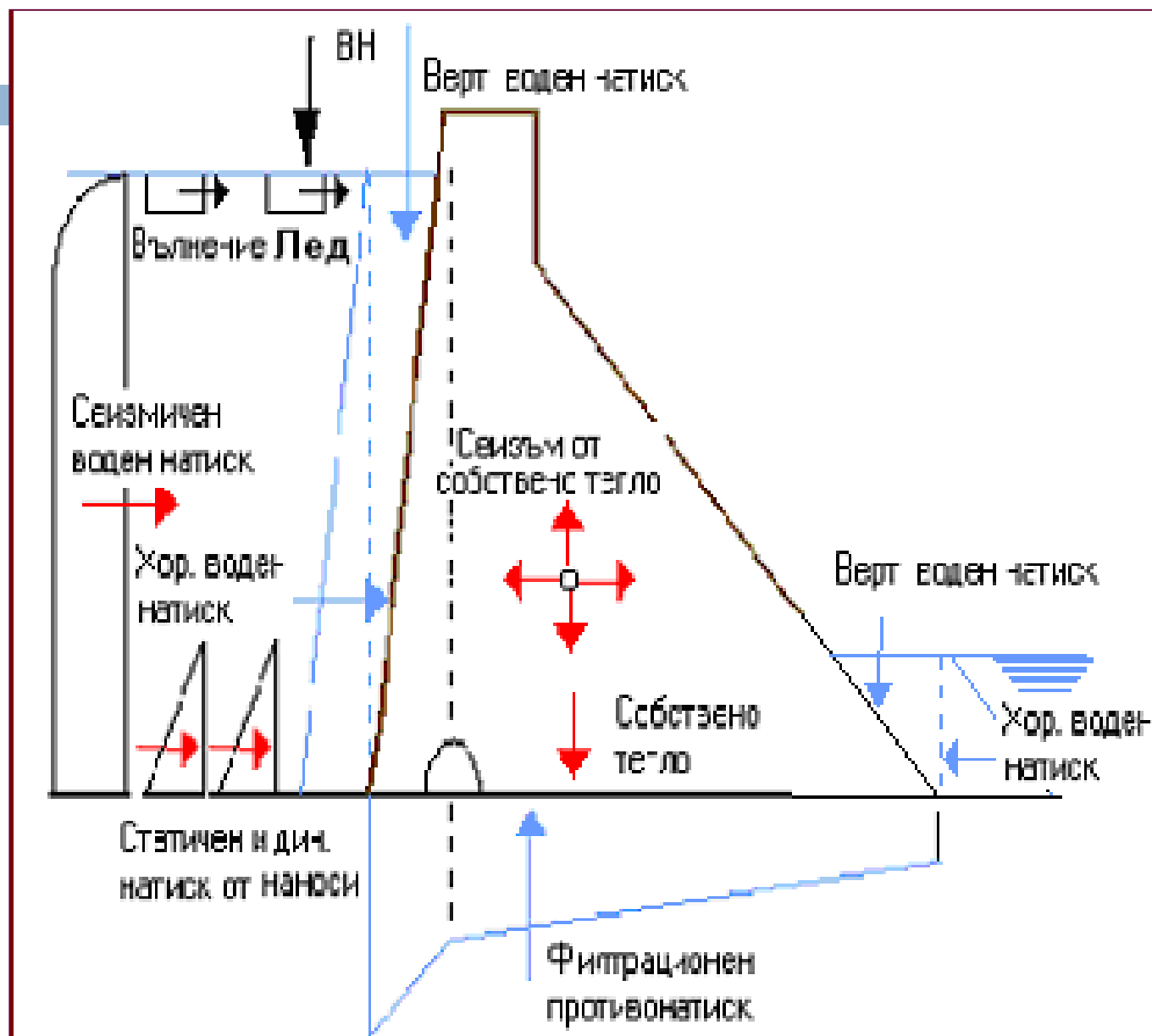
Тип стена	Топографски условия	Основа	Напрежения в основа	Допустими деформации на основата	Преливни и отбивни съоръжения	Материали, необходими за строителство
Земно насип на	Без ограничения	Почви и скали. Отстр. на повърхностния почвен слой.	Ниски	Големи	Вън от тяло стена. Значителна стойност.	Местни материали. Непропускливи материали за ядро/екран. Филтри.
Каме ноасипна	Без ограничения	Препоръки: 1) Скала. 2) Отстр. на повърхн. почвен слой. 3) Изкоп до здрава ск. под ядрото	Ниски	Големи	Вън от тяло стена. Значителна стойност.	Местни материали. Материали за ядро/екран. Филтри. Скален насип за опорни призми.

3. Предимства и недостатъци на видовете язовирни стени

4. Обобщени съображения при избора на типа на стената (2-2)

Тип стена	Топографски условия	Основа	Напрежения в основа	Допуст. деформ. на основата	Преливни и отбивни съоръж.	Материали, необходими за строителството
Бетонна гравитачна	Без огранич. <i>Преп.: В/Н > 5</i>	Скала.Изкоп до здрава скала (<i>Преп. не > 5m</i>)	Средни	Средно големи	В тялото на стената.	Бетон (цимент + инертни материали)
Бетонна контрафорсна	Широки створове. <i>Преп.: В/Н > 5</i>	Скала.Изкоп до здрава скала (<i>Преп. не > 5m</i>)	Средни до високи	Средно големи	В тялото на стената	Бетон. <i>Предимство:</i> 30 до 60% по-малко бетон от гравитачна стена.
Бетонна дъгова	Тесни створове <i>Преп.: В/Н < 5</i>	Скала.Изкоп до здрава скала.	Високи	Малки	В тялото на стената.	Бетон. <i>Предимство:</i> 50 до 80% по-малко бетон от гр. стена.

5. Класификация на натоварванията



5. Класификация на натоварванията (прод.)

По продължителност на действие: *ПОСТОЯННИ И ВРЕМЕННИ.*

Постоянни натоварвания:

- теглото на съоръженията и механизмите (затвори, кранове, турбини и др.);
- хидростатичен натиск в горния и долния участък;
- филтрационен натиск и воден подъем (при НВРВН и нормална работа на противифилтрационните и дренажните съоръжения;
- натиск в порите (порово налягане);
- натиск на почвата в горния и долния участък на съоръженията (земен натиск).

Временни натоварвания:

- продължителни,
- кратковременни
- особени (специални).

5. Класификация на натоварванията (прод.)

Временни - Кратковременни натоварвания

- натиск от лед, определен за средната му многогодишна дебелина;
- натиск от вълни;
- натоварване от плаващи тела;
- натоварване от подедни, претоварващи и транспортни машини,
- динамично натоварване от преминаващи водни количества

Временни - Особени (специални) натоварвания

- ▶ хидростатичен натиск в горен и долен участък и воден подъем при НВВН;
- ▶ филтрационен и поров натиск при НВРВН при нарушена нормална работа на противифилтрационните или дренажните съоръжения;
- ▶ температурни въздействия, определени за година с максимална амплитуда на средномесечните температури;
- ▶ натиск от лед при максималната му многогодишна дебелина;
- ▶ натиск от вълни, определен за максималната многогодишна скорост на вятъра;
- ▶ динамично натоварване от преминаващи през съоръженията водни количества при НВВН във водохранилището;
- ▶ сеизмични сили(от собствено тегло, от наноси, хидродинамичен натиск).

6. Комбинации на натоварванията

Натоварванията се групират в следните съчетания:

- **ОСНОВНИ СЪЧЕТАНИЯ**, при които се отчитат постоянните натоварвания, временните продължителни натоварвания и кратковременните натоварвания;
- **ОСОБЕНИ СЪЧЕТАНИЯ**, при които се отчитат постоянните натоварвания, временните продължителни натоварвания, кратковременните натоварвания и едно от особените (специални) натоварвания.

Нормативни и изчислителни стойности на натоварванията

-Нормативните натоварвания на хидротехническите съоръжения се определят в съответствие с действащите нормативни документи, а при липса на такива документи — теоретично или експериментално.

-Изчислителните натоварвания се определят като произведение на нормативните натоварвания и коефициента на сигурност по товари n (виж таблицата по-долу).

6. Комбинации на натоварванията(прод.)

Коефициент на сигурност по натоварванията n

Наименование на натоварването	Коеф. на сигурност по товари n
Собствено тегло	1,05 (0,95)
Вертикално налягане от почва	1,10 (0,90)
Хоризонтално налягане от почва	1,20 (0,80)
Налягане от наноси и почви в насипно състояние	1,20
Хидростатично налягане	1,00
Налягане от вълни	1,00
Филтрационно налягане	1,00
Воден подъем	1,00
Пулсационно налягане на водни течения	1,20
Налягане от вятър	1,30
Натоварване от сняг	1,40 - 1,60
Натоварване от лед	1,10
Натоварване от плавателни съдове	1.20
Температурни товари	1.20
Сеизмични въздействия	1.10

6. Комбинации на натоварванията(прод.)

Натоварвания	Описание	Комбиниране на натоварванията	
		Основно	Особени
Постоянни			
Собствено тегло		да	да
Тегло на машини		да	да
Хидрост. натиск			
Горен участък	В. ниво= НВРВН	да	да
	В. ниво= НВВН	не	не
Долен участък	В. ниво = max	да	да
	В. ниво = min	не	не
Филтр. натиск	Изправен дренаж	да	да
	Блокиран дренаж	да	да
Временни			
Натиск от наноси		да	да
Натиск от вълни	Обезпеченост на вятъра 2%	да	не
	Обезпеченост на вятъра 50%	не	не
Температура на бетона	Нормална амплитуда на Т	да	да
	Максимална амплитуда на Т	не	не
Натиск от лед		да	да
Специални			
Земетръс		не	да

7. Нормативни изисквания за сигурна експлоатация

I -По загуба на носеща способност и по непригодност за експлоатация - загуба на устойчивост; разрушение на съоръжението или основата. Спиране на експлоатацията.

II -По непригодност за нормална експлоатация – състояние, което затруднява експлоатацията на съоръжението и основата или намалява тяхната дълговечност и изисква ремонти.

7. Нормативни изисквания за сигурна експлоатация (прод.)

Условие за недопускане на I гранично състояние:

$$n_c N \leq \frac{m}{k_c} R$$

- n_c — коефициент на съчетание на натоварванията:
 - =1.0 за основно съчетание;
 - =0.9 за особено съчетание;
 - =0.95 за съчетание по време на строителството.
- N — възможно най-голямото изчислително въздействие върху съоръжението
- R — възможно най-малката носеща способност на материала или на конструкцията;
- k_c — коефициент за сигурност, който зависи от класа на съоръжението:
 - за съоръжения от I клас $k_c = 1.25$
 - за съоръжения от II клас $k_c = 1.20$
 - за съоръжения от III клас $k_c = 1.15$
 - за съоръжения от IV клас $k_c = 1.10$
- m — коефициент за условията на работа на съоръжението;

7. Нормативни изисквания за сигурна експлоатация (прод.)

Коефициент за условията на работа на съоръжението m

Вид изчисления	m
Устойчивост на земни откоси и склонове	1.00
Устойчивост на яз. стени на нескална основа	1.00
Устойчивост на бетонни гравитачни стени на ск. основа на хлъзгане по: -пукнатини в скалния масив -контакта бетон-скала	0.95 1,00
Устойчивост на брегови опори на дъгови стени	0.75
Обща устойчивост на дъгови стени: -по якост на бетона на натиск -по якост на бетона на опън	0.90 2.40
Устойчивост на брегови опори на дъгови стени при основни и особени съчетания без сеизмично натоварване	1.00
Устойчивост на брегови опори на дъгови стени при основни и особени съчетания със сеизмично натоварване	1.10
Устойчивост на дъгови стени в широки створове при основни и особени съчетания без сеизмично натоварване	1.10
Обща и местна якост на ХТС когато определяща е якостта на бетона: -за основно съчетание на товарите -за особено съчетание без сеизмични товари -за особено съчетание със сеизмични товари	0.90 1.00 1.10
Устойчивост на подпорни стени: -на хлъзгане -на обръщане и изплаване	1.00 0.90

7. Нормативни изисквания за сигурна експлоатация (прод.)

Условие за недопускане на пукнатини при II гранично състояние:

тук N е предизвиканото от външните товари усилие или напрежение,
тук R е усилието, при което се появяват пукнатини, т.е. се достига граничното съпротивление на материала на опън.

$$n_c N \leq \frac{m}{k_c} R$$

Условия за ограничаване на деформациите при II гранично състояние:

u , v и w са хоризонталните и вертикалните деформации и ъгълът на наклоняване на съоръжението, предизвикани от външни товари;

- $u < u_{\text{гр}}$
- $v < v_{\text{гр}}$
- $w < w_{\text{гр}}$

$u_{\text{гр}}$, $v_{\text{гр}}$ и $w_{\text{гр}}$ са граничните стойности на хоризонталните и вертикалните деформации и ъгълът на наклоняване, които осигуряват нормална експлоатация на съоръжението.

Исползвана литература

Гришин, К. М. и др., (1975), *Бетонные плотины (на скальных основаниях)*, Стройиздат, Москва.

Ляпичев, Ю.П. (2008), Гидротехнические сооружения.

Патоков, И. и др. (1995), Хидротехнически съоръжения I част, Бетонни язовирни стени.

Патоков, И. и др. (1997), Хидротехнически съоръжения II част, Язовирни стени от местни материали, облекчителни и водовземни съоръжения.

Bertuğ Akıntuğ, CVE 471, WATER RESOURCES ENGINEERING, DAMS

Raul Berrones, Vangel Vasilev, Xiangue Liu, (2001), Geotecnia en Ingenieria de Presas (Geotechnics in Dam Engineering) Mexico, In Spanish.

USBR, (1977), Design of Arch Dams.