

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЭО ПРОЕКТА СТРОИТЕЛЬСТВА РОГУНСКОЙ ГЭС

ФАЗА II: ВАРИАНТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЕКТА

Том 3: Инжиниринг и Проектирование

Глава 3: Проектирование вариантов

Приложение 1: Оценка строительного материала

Март, 2014 г.

Отчет № P.002378 RP 51 ред. С

С	31/03/2014	Финальная версия	VLI	CVB	NSA
Б	30/08/2013	Первая редакция	YOU	CVB	HC
А	10/07/2013	Первое издание	YOU	CVB	HC
Редакция	Дата	Тема редакции	подготовлен	Проверен	Одобрен

СОДЕРЖАНИЕ

1	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ	11
2	КОНТЕКСТ–СХЕМА ПЛОТИНЫ	12
	2.1 Проект плотины ИГП	12
	2.2 Оценка и рекомендуемая схема Консорциума ИТЭО	13
3	ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛА	18
	3.1 Источники материалов	18
	3.2 Характеристики материала	19
	3.2.1 Существующие параметры	19
	3.2.2 Оценка ИТЭО	19
	3.2.3 Рекомендации ИТЭО для дальнейших исследований материалов	20
4	КРИВЫЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА МАТЕРИАЛА	22
	4.1 Спецификации ИГП по гранулометрическому составу материалов	22
	4.1.1 Материал ядра	22
	4.1.2 Материалы для фильтрующего слоя	22
	4.1.3 Материалы боковой призмы плотины и горной породы (каменная пригрузка, каменная наброска)	23
	4.2 Спецификации ИТЭО	25
	4.2.1 Презентация критериев проектирования	25
	4.2.2 Материал ядра	27
	4.2.2.1 Содержание мелких частиц	27
	4.2.2.2 Внутренняя устойчивость (свойство само фильтрации)	31
	4.2.3 Фильтрующие материалы	35
	4.2.3.1 Проект фильтра тонкой очистки	35
	4.2.3.2 Проект фильтра грубой очистки	38
	4.2.3.3 Рекомендации по материалам фильтров	41
	4.2.4 Материалы боковой призмы	41
	4.2.4.1 Предварительная корректировка кривой гранулометрического состава	42
	4.2.4.2 Критерий удержания	42
	4.2.4.3 Критерий сегрегации	43
	4.2.4.4 Особая процедура размещения	44
	4.2.4.5 Рекомендации по материалу боковой призмы плотины	44
	4.2.5 Материалы каменной наброски	44
	4.2.5.1 Рекомендуемые кривые гранулометрического состава	44
	4.2.5.2 Критерий удержания	46
	4.2.5.3 Рекомендации по испытаниям горной породы	47
	4.2.6 Материалы каменной пригрузки	48
5	БЕТОН	52
	5.1 Инертные материалы	53
	5.2 Цемент	57

5.3	Содержание воды	58
6	РАЗМЕЩЕНИЕ МАТЕРИАЛА	59
6.1	Рекомендации по размещению материалов	59
6.2	Избегание сегрегации	59
7	ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ МАТЕРИАЛОВ.....	61
7.1	Необходимые объемы материалов	61
7.2	Оценка потерь материала	62
7.3	Материал бетона	63
7.4	Фазирование карьеров и складских помещений	64
	7.4.1 Эксплуатация карьерной зоны 15	64
8	ЗАКЛЮЧЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ.....	68
9	ПРИЛОЖЕНИЕ 1- ОБРАБОТКА.....	71
9.1	Материалы ядра	71
9.2	Материалы фильтров	74
9.3	Материалы боковых призм и каменной наброски	74
10	ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – МАТЕРИАЛЫ ЯДРА (ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ЗАТРАТ)	77
11	ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – ОСНОВНЫЕ ИСПЫТАНИЯ НА МАТЕРИАЛАХ КАМЕННОЙ НАБРОСКИ	80
12	ПРИЛОЖЕНИЕ 4 = ВЫЕМКА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДОСБРОСА	83

РИСУНКИ

Рисунок 4-1: Кривая гранулометрического состава для материала ядра – Спецификации ИГП	22
Рисунок 4-2: Кривые гранулометрического состава материалов для фильтрующего слоя – спецификации ИГП	23
Рисунок 4-3: Кривые гранулометрического состава материалов боковой призмы плотины – Спецификации ИГП (ИГП Гидропроект 2008-2009).....	24
Рисунок 4-4: Кривые гранулометрического состава материалов каменной пригрузки и каменной наброски – Спецификации ИГП (ИГП Гидропроект 2008-2009).....	25
Рисунок 4-5: Сравнение между кривыми гранулометрического состава Нурека и Рогуна..	28
Рисунок 4-6: Кривые гранулометрического состава материала ядра.....	29
Рисунок 4-7 Кривые гранулометрического состава материала ядра – Сравнение с Нуреком	30
Рисунок 4-8: Кривая гранулометрического состава материалов ядра – Испытание самофильтрации для рекомендации ИГП.....	31
Рисунок 4-9: Кривая гранулометрического состава материалов ядра – Испытание самофильтрации для рекомендации ИТЭО.....	32
Рисунок 4-10: Кривые гранулометрического состава материалов ядра согласно определению ИГП, разделенные следующие Критерии проектирования.....	33
Рисунок 4-11: Кривая гранулометрического состава материалов ядра согласно определению ИТЭО, разделенные следующие критерии проектирования.....	34
Рисунок 4-12: Фильтр тонкой очистки кривых гранулометрического состава материалов ядра	35
Рисунок 4-13: Кривые гранулометрического состава фильтра тонкой очистки и тонкой части ядра (критерий удержания)	36
Рисунок 4-14: Кривая гранулометрического состава фильтра тонкой очистки–рекомендация ИТЭО.....	37
Рисунок 4-15 Фильтрующие материалы – спецификации ИГП.....	38
Рисунок 4-16 Кривые гранулометрического состава фильтрующих материалов (Критерий удержания).....	39
Рисунок 4-17: Откорректированная кривая гранулометрического состава фильтра грубой очистки.....	40
Рисунок 4-18: Фильтрующие материалы – Сравнение с доступными материалами	41
Рисунок 4-19: Материалы боковой призмы – Корректировка нижней границы (предельная до 700 мм).....	42
Рисунок 4-20: Кривые гранулометрического состава боковой призмы и фильтра грубой очистки – рекомендации ИТЭО	43
Рисунок 4-21: Кривые гранулометрического состава материалов каменной наброски и боковой призмы.....	45
Рисунок 4-22: Кривые гранулометрического состава материалов каменной наброски и боковой призмы – рекомендации ИТЭО.....	46
Рисунок 4-23: Рекомендации ИТЭО по кривым гранулометрического состава каменной наброски.....	47
Рисунок 4-24: Определение расстояния нагона волны	49
Рисунок 4-25: Кривые гранулометрического состава каменной пригрузки – рекомендации ИТЭО	51
Рисунок 9-1: Складирование и технологическая схема материалов Карьера 17.....	73
Рисунок 9-2: Кривые гранулометрического состава доступных материалов – Карьер 15...	75

ТАБЛИЦЫ

Таблица 4-1: Критерий проектирования для фильтров – Бюро мелиорации США (USBR) 1994 (Консорциум ИТЭО 2012), (ICOLD 1994).....	26
Таблица 4-2 Критерий сегрегации, (ICOLD 1994).....	27
Таблица 4-3: Определение максимального ветра	48
Таблица 4-4: Основные размеры блоков каменной пригрузки	50
Таблица 5-1: Спецификация гранулометрического состава по мелкозернистым заполнителям	56
Таблица 5-2 Спецификация гранулометрического состава по грубым заполнителям	57
Таблица 7-1: Оценка необходимых объемов для строительных материалов.....	63

Список использованных литератур

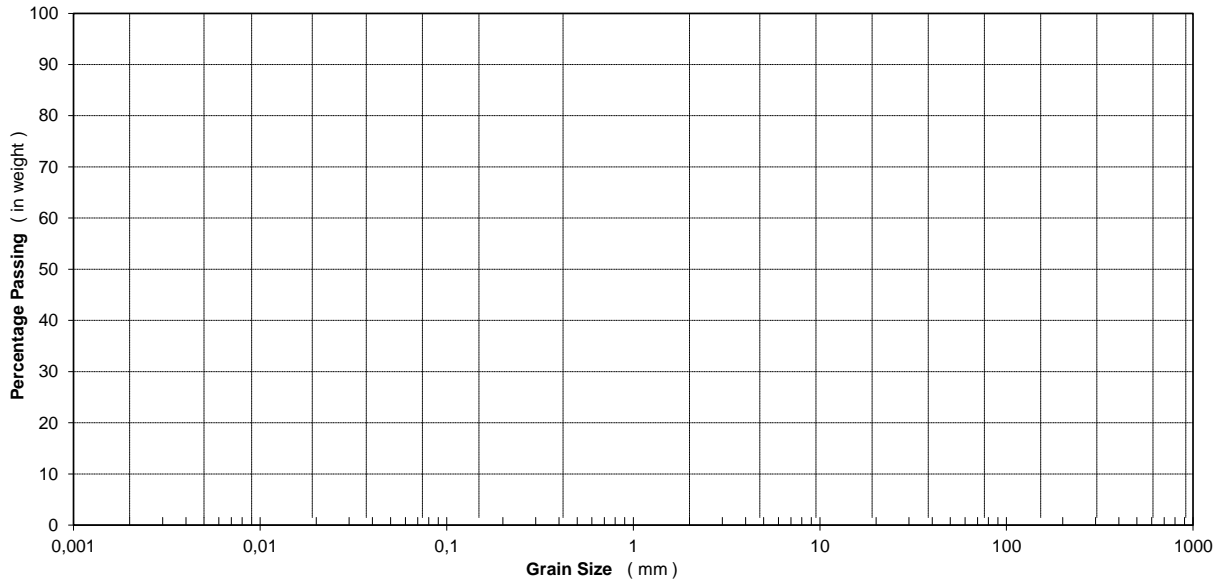
- ASTM - Американское общество по испытанию и материалам - Том. 04.01. C115.86 - Метод испытания на крупность портландцемента турбидиметром. 1989 г.
- . C150.89 - Спецификация для портландцемента. 1989 г.
 - . C150.89 - Стандартные спецификации для портландцемента. 1989 г.
 - . C183.88 - Практика для отбора проб и приемка гидравлического цемента. 1989 г.
 - . C185.88 - Метод испытания на содержание воздуха гидравлического цементного раствора. 1989 г.
 - . C186.86 - Метод испытания на тепло гидратации гидравлического цемента. 1989 г.
 - . C188.84 - Метод испытания на плотность гидравлического цемента. 1989 г.
 - . C204.84 - Метод испытания на крупность портландцемента воздухопроницаемым аппаратом. 1989 год.
 - . C452.89 - Метод испытания для возможного расширения растворов портландцемента подверженных воздействию сульфата. 1989 год.
- ASTM - Американское общество по испытанию и материалам - Том. 04.02. C117 - Стандартный метод испытания для материалов тоньше 75 мкм сито в минеральных заполнителях промывкой.
- . C123 - Стандартный метод испытания для угля и лигнита. 1986 год.
 - . C1260.94 – Потенциальная щелочная реактивность заполнителей. 1998 год.
 - . C1260.94 - Потенциальные щелочных реактивность агрегатов. 1998 год.
 - . C131 / C535 - Стандартный метод испытаний для абразивного износа крупных заполнителей. 1986 год.
 - . C136 - Метод гранулометрического состава и модуль крупности. 1986 год.
 - . C142 - Стандартный метод испытания для глинистых комков и рыхлых частиц. 1986 год.
 - . C143/C143M.97 - Стандартный метод испытания на просадку бетона гидравлического цемента. 1997 год.
 - . C227.97a - Щелочно-реактивный потенциал комбинаций цемент-заполнитель (метод Mortar- Bar). 1998 год.
 - . C289.07 - Стандартный метод испытания для потенциальной щелочно-кремнеземной реактивности заполнителей (химический метод). s.d.
 - . C295.90 Петрографическая проверка заполнителей бетона. 1998 год.
 - . C31/C31M.96 - Стандартная практика по созданию и выдержки образцов испытания бетона в полевых условиях. 1998 год.
 - . C33.86 - Стандартные спецификации наполнителей бетона. 1986 год.
 - . C39.96 - Стандартный метод испытания на прочность на сжатие цилиндрических образцов бетона. 1998 год.
 - . C40 - Стандартный метод испытания органических примесей. 1986 год.
 - . C403/403M.97 - Стандартный метод испытания на время установления бетонных смесей сопротивлением проникновению. 1998 год.
 - . C469.94 - Стандартный метод статического модуля упругости и соотношение бетона Пуассона на сжатие. 1998 год.
 - . C494.98 - Химические добавки для бетона. 1998 год.
 - . C496.96 Стандартный метод испытания прочности на расщепления растяжения образцо вцилиндрического бетона. 1998 год.
 - . C666 - Замораживание и оттаивание - Процедуры испытаний. 1986 год.
 - . C87.83 - Стандартный метод испытания для эффекта органических примесей в мелких заполнителях на прочность раствора. 1986 год.
 - . C88.83 - Стандартный метод испытания на герметичность заполнителей с использованием сульфата натрия или сульфата магния. 1986 год.
 - . D2419 - Эквивалентное значение песка почв и мелкого заполнителя. 1981 год.
 - . D3665 - Стандартная практика для отбора проб. 1986 год.
 - . D75 - Стандартная практика для отбора проб. 1986 год.

- Метод определения содержания воздуха свежеприготовленной смеси бетона методом давления. 1998 год.
- ASTM - Американское общество по испытанию и материалам - Том. 04.08. D4221.99 - Стандартный метод испытания для дисперсионных характеристик глинистой почвы двойным ареометром. 1995 год.
- D4647.93 - Стандартный метод испытания для идентификации и классификации дисперсионных глинистых почв точечным испытанием. 1995 год.
- ASTM - Американское общество по испытанию и материалам - Том.04.02. C40.84 - Стандартный метод испытания органических примесей в мелких заполнителях для бетона. 1986 год.
- ASTM - Американское общество по испытанию и материалам. Том 04.02 - Бетон и заполнители. 1998 год.
- D. Clerdouet, G. Post. «Le projet de barrage de Grand'Maison, Conception et présentation de quelques calculs de déformations.» Revue Française de géotechnique , 1984.
- GLAVNIIPROYEKT, Министерство энергетики и электрификации СССР. «Инженерно-геологические условия». Ташкент, 1978.
- ИГП Гидропроект. "1861-1-2 - Пояснительная записка." Москва, 2009 год.
- ИГП Гидропроект. "1861-2-2-3 - Инженерно-геологические условия." Москва, 2009 год.
- ИГП Гидропроект. «1861-2-II-3, Местные строительные материалы.» Москва, 2008-2009 гг.
- ИГП Гидропроект. "1861-2-V-1 -. Основной компонент гидро-энергетического комплекса" Москва, 2009 год.
- ИГП Гидропроект. "1861-2-VII -. Организация строительства" Москва, 2009 год.
- ИГП Гидропроект. «1861-56-04.» Москва, 2009.
- ИГП Гидропроект. «Вычислительные исследования напряженно-деформированного состояния и устойчивости каменно-земляной плотины (2D).» n.d
- ИГП Гидропроект. «Вычислительные исследования напряженно-деформированного состояния и устойчивости каменно-земляной плотины (3D).» Москва, 2009.
- Чертеж 1861-27-1. 2009 год.
- ИГП Гидропроект. «Чертежи.» 2010 года.
- ИГП Гидропроект. Геотехнических свойств материалов почвы. ИГП, 1973 - 1978.
- ИГП Гидропроект. «Оценка устойчивости склонов на каменно-земляной плотине (2D).» Москва, 2009.
- ICOLD - SIGB. Каменные материалы для каменно-набросной плотины - Обзор и рекомендации – Бюллетень 92. 1993 год.
- ICOLD - SIGB. Укрепление верхних склонов каменно –набросной плотины - Обзор и рекомендации - Бюллетень 91. 1993 год.
- Контроль качества насыпной плотины - Бюллетень 56. 1986 год.
- ICOLD, SIGB. Каменно-набросные плотины - Зернистые фильтры и дренажи - Бюллетень 95. 1994 год.
- Ламайер Интернешнел. "BFS Этап 1 - Том 3С -. Геология, Геотехника и сейсмические характеристики" 2006 года.
- Янсен, Роберт Б. Расширенный Инжиниринг плотины – Для проектирования, строительства и реабилитации. Нью-Йорк: Ван Ностранд Рейнгольд, 1988.
- «Протоколы заседаний.» Рогун, с 27 по 29 августа 2012 года.
- Услуги по геотехническому мониторингу подготовки грунта и строительства земляных сооружений для ИГП. «Информационный отчет.» Москва, 2011.
- Южный-инженерный-центр. «Технический отчет по услугам геотехнического мониторинга подготовки грунта и строительства земляных сооружений Рогунской ГЭС на реке Вахш.» Москва, май 2011 года.
- Консорциум ИТЭО. s.d.
- Консорциум ИТЭО. «Критерии проектирования.» Париж, 2012 год.
- Консорциум ИТЭО. «Первоначальный отчет.» Париж, 2011 год.
- Консорциум ИТЭО. «Отчет Фазы 1 - Строительный материал.» 2013 года.
- Отчет об устойчивости каменно-набросной плотины. 2013 год.

- Отчет о посещении участка. Участок Рогунской ГЭС, 7 по 17 ноября 2012 года.
- USACE. EM 1110-2-1906 – Лабораторное испытание почв. 1986 год.
- EM 1110-2-2300 - Общие проектирования и положения строительства по земляным и каменно-набросным плотинам. 2004 год.
- EM 1110-2-2302 - Строительство с большими камнями. 1990 год.

ТЕРМИНОЛОГИЯ

Под каждой из кривых гранулометрического состава, представленных в данном отчете, две классификации градиентных материалов были указаны, соответственно стандартная классификация ASTM (Американская общество испытания материалов) и российская стандартная классификация. В ниже следующем графике, классификации представлены вдоль оси гранулометрического состава: классификация ASTM черным цветом, соответствующая российская классификация серым цветом.



ASTM	FINES		SAND			GRAVEL		BOULDERS
	Clay	Silt	Fine	Medium	Coarse	Fine	Coarse	
Russian standard	FINES		SAND		GRAVEL		BOULDERS	
	Clay	Silt	Fine	Coarse	Fine	Coarse		

Он показывает, важное различие между двумя классификациями: определение «мелкозернистые материалы», рассматриваемое в настоящем отчете относится к материалам размером менее 80 мкм (в соответствии с ASTM), в то время как российское определение для мелких материалов относится к частицам меньше 5 мм.

Таким образом, должны быть приняты все меры предосторожности при сравнении русских документов с английским переводом, поскольку термин не относится к одному тому же материалу. В дальнейшем, "мелкозернистый материал" относится к фракции материала меньше, чем 0,08 мм.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Эта глава рассматривается в продолжение отчета Фазы I о строительных материалах, направленного на оценку существующих объектов, включая запасенный материал. В этом отчете, Консультант устанавливает технические требования к материалам, размещаемым в теле плотины для того, чтобы оценить общую пригодность выявленных источников материала и, следовательно, установить целесообразность различных исследуемых вариантов. Эта оценка также принимается во внимание в оценке затрат вариантов проекта, разработанной в томе 4 отчета Фазы II.

2 КОНТЕКСТ–СХЕМА ПЛОТИНЫ

Плотина, как изначально было задано, является насыпной плотиной высотой 335 м, с непроницаемым ядром. Этот проект, как это определено на сегодняшний день, очень похож на Нурекскую плотину, что находится примерно в 80 км ниже по течению от участка Рогунской ГЭС. Главные размеры и характеристики Рогунской плотины, как было спроектировано ИГП (ИГП Гидропроект 2010), приведены в следующей таблице:

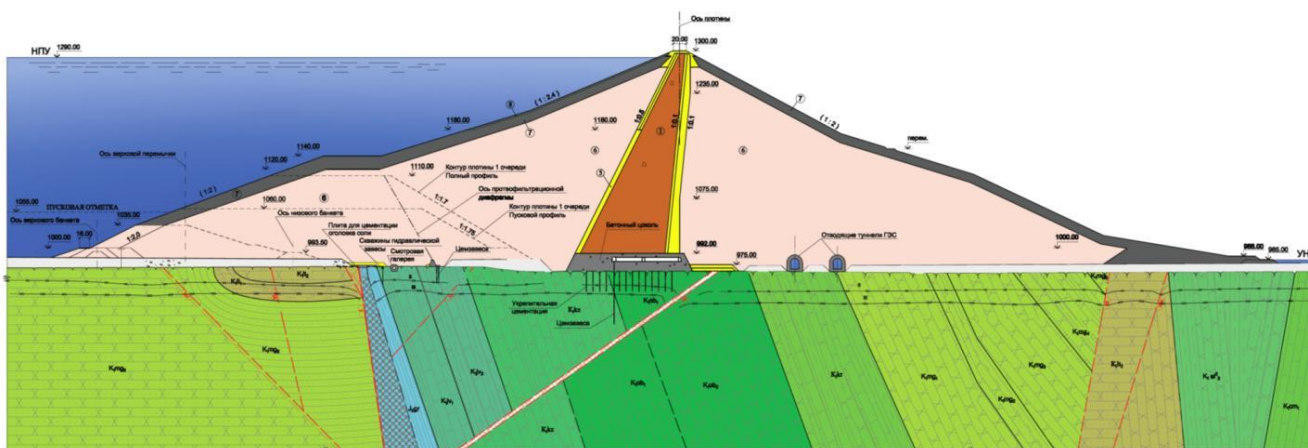
Высота плотины	335	М
Отметка гребня	1 300	М
Протяженность гребня	700	М
Верховой откос	1:2.4	-
Низовой откос	1:2	-

Таблица 2-1: Основные характеристики проекта Рогунской ГЭС - ИГП

2.1 Проект плотины ИГП

Проект плотины был предметом различных исследований с 1978 года, в частности, в 2010 году во время специального исследования, проведенного ИГП Москвы. Эти изменения воздействовали, в частности, на контур ядра и его фундамент. Согласно объему услуг, этот проект должен быть оценен Консультантом ИТЭО.

Соответствующее типичное поперечное сечение следующее:



Соответствующие объемы материалов для данного варианта проекта следующие:

	Часть плотины	Характеристический размер	Объем
	[-]	[мм]	[м ³]
1	Ядро	-	7 247 000
(2 – 3)	1-й фильтрующий слой	0 – 10	4 893 000
	2-й фильтрующий слой	0 – 40	
5	Нижний фильтр верхнего бьефа	0 - 80	
6	Аллювиальная призма	≤700	39 567 000
7	Каменная призма	≤700	17 753 000
8	Каменная наброска	300 – 1000	1 497 000
-	Бетонная плита	-	481 000
Всего			71 438 000

Таблица 2.1: Основные необходимые объемы для строительства плотины – плотина на 1 300 м: (ИГП Гидропроект 2010)

2.2 Оценка консорциума ИТЭО и рекомендуемая схема

На основе анализа проекта ИГП, следующие выборы были направлены на разработку вариантов ИТЭО Консультанта, для которых соответствие материалов должно быть обеспечено:

- Слой каменной наброски над верхними частями боковых призм плотины утолщен.

Проект ИГП 2010 включает в себя постоянную толщину призмы горной породы в 20 м. Первоначальный проект ИГП показал зону каменной наброски, простирающейся от отметки 1180м до гребня плотины на верхнем и нижнем откосах плотины. Консорциум ИТЭО считает, что первоначальная конфигурация, интегрирующая зону каменной наброски, является более целесообразной. Действительно, анализ устойчивости (Консорциум ИТЭО 2013), показывает, предпочтительные скользящие поверхности, начиная от гребня на высоких частях плотины. Для того, чтобы поддерживать соответствующую устойчивость склонов, применена зона каменной наброски, согласно первоначальному проекту ИГП, которая помогает стабильности при помощи угла трения горных пород (углы трения Φ : $\Phi_{\text{призмы}} = 38^\circ$; $\Phi_{\text{каменная наброска}} = 42^\circ$).

- Толщина фильтров увеличена до 10 метров, как для фильтров грубой очистки, так и тонкой.

Эта особенность была рассмотрена в свете исследований сейсмической устойчивости (Отчет по устойчивости каменно-набросной плотины 2013). На самом деле, полученное максимальное горизонтальное смещение составляет 8,9 м. Для того, чтобы избежать каких-либо проблем непрерывности слоев

фильтров в случае перемещения путем скольжения, была зафиксирована толщина в 10 метров (консорциум ИТЭО 2012).

- Слои фильтры были добавлены в зону основания, в контактной зоне с разломом 35, непосредственно ниже ядра плотины и на берегах реки.

Функцией данных слоев фильтров является контролировать возможное проникновение воды из разлома 35 таким образом, чтобы предотвратить любые проблемы на зоне контакта с разломом.

- Профиль ядра выпрямлен на самой высоте 8.5 метров.

Эта мера обеспечивает надлежащие условия для размещения дополнительной толщины материалов через гребень, чтобы компенсировать осадку гребня.

Чертеж № 40 102 Тома 3, Главы 4 отчета Фазы II кратко излагает основные размеры и состав плотины, представляя типичное поперечное сечение плотины, как предложено Консорциумом ИТЭО для варианта 1300 м.н.у.м.

Детали данного чертежа показаны в следующей таблице:

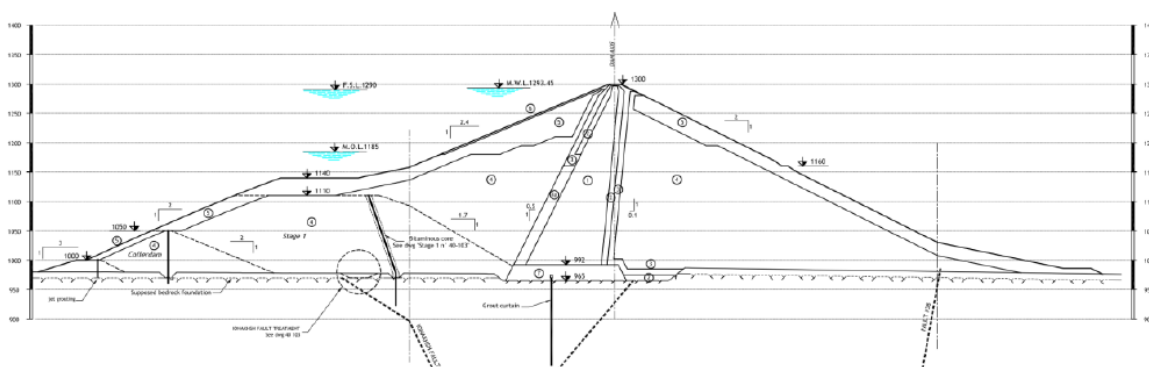


Рисунок 2-1: Типичное поперечное сечение плотины - Консорциум ИТЭО

На данном этапе исследований, разработаны и сравнены три варианта (см. отчет Фазы II:Том 3 – Инжиниринг и проектирование, Глава 3 – Проектирование вариантов). Что касается плотины, то три варианта представляют одинаковое поперечное сечение плотины с тремя различными отметками гребня: 1 300 м, 1 265 м и 1 230 м.

Объемы материала, которые необходимы для каждого варианта, представлены в следующих таблицах, определяются различные типы материала:

	Часть плотины	Объем
	[-]	[м ³]
1	Ядро	6 992 490
2 - 3	Фильтры тонкой очистки	5 621 610
	Фильтры грубой очистки	
4	Материалы боковой призмы	43 063 864
5	Каменная наброска/призма	17 365 059
6	Каменная пригрузка	554 675
7	Бетонная плита под ядром	354 405
Всего	<i>(за исключением бетонной плиты)</i>	73 597 698

**Таблица 2-2 Основные необходимые объемы для строительства плотины –
Плотина в 1 300 м (Консультант ИТЭО 2013)**

Вариант 1 265 м	Часть плотины	Объем
	<i>[-]</i>	<i>[м³]</i>
1	Ядро	5 130 207
2 - 3	Фильтры тонкой очистки	3 383 714
	Фильтры грубой очистки	
4	Материалы боковой призмы	33 182 921
5	Каменная наброска/призма	12 475 052
6	Каменная пригрузка	368 629
7	Бетонная плита под ядром	329 782
Всего	<i>(за исключением бетонной плиты)</i>	54 540 523

**Таблица 2-3: Основные необходимые объемы для строительства плотины –
Плотина в 1 265 м (Консультант ИТЭО 2013)**

Вариант 1 230 м	Часть плотины	Объем
	<i>[-]</i>	<i>[м³]</i>
1	Ядро	3 714 728
2 - 3	Фильтры тонкой очистки	3 366 184
	Фильтры грубой очистки	
4	Материалы боковой призмы	18 924 605
5	Каменная наброска/призма	9 352 361
6	Каменная пригрузка	302 589
7	Бетонная плита под ядром	308 811
Всего	<i>(за исключением бетонной плиты)</i>	35 660 467

**Таблица 2-4: Основные необходимые объемы для строительства плотины –
Плотина в 1 230 м (Консультант ИТЭО 2013)**

Следует отметить, что основной частью требуемого материала является аллювиальная призма, что составляет около 53% до 60% от общего объема, в зависимости от варианта.

Следующие главы этого отчета основаны на объемах материалов варианта при 1 300 метров. Поскольку это вариант плотины, который требует наиболее существенные объемы материалов, выводы относительно наличия материалов для этого варианта будут применены к вариантам поменьше.

Как подробно описано в Главе, касающейся графика реализации, строительство плотины подразделяется на шесть фаз. Первой фазой строительства плотины является перемычка, а затем плотина первой очереди.

Второй фазой строительства является нижняя подошва плотины. С данной фазы начинается строительство в основании ядра, а плотина наращивается до высоты в 1 300 м, (Фаза 2 до Фазы 6).

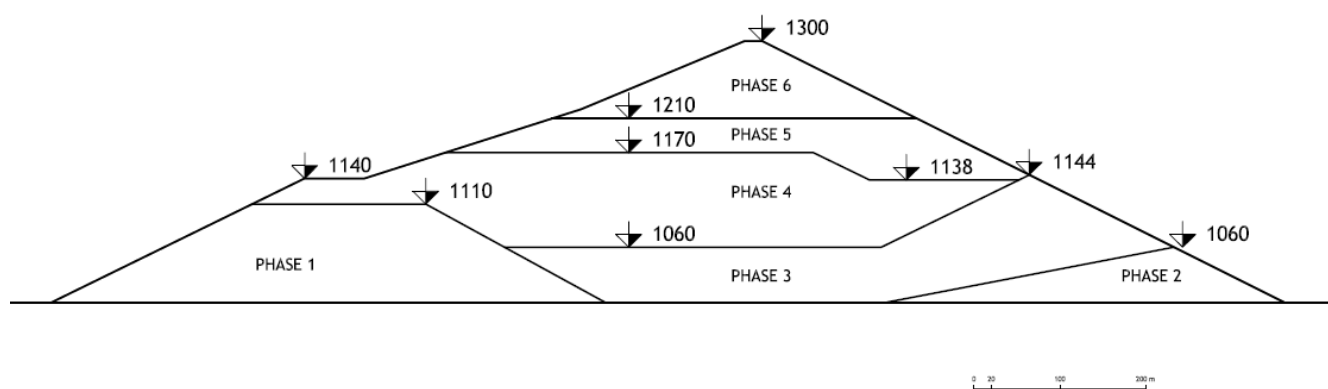


Рисунок 2-2: Типичное сечение плотины–Подробности фаз строительства

Оценка объема каждой фазы строительства и для каждого типа материала подробно описана в следующих таблицах:

Вариант 1300 м нум

Материал		Фаза 1	Фаза 2	Фаза 3	Фаза 4	Фаза 5	Фаза 6	Всего
1	Аллювиальная призма	10,497,251	2,418,575	6,935,810	15,295,370	6,735,233	1,181,625	43,063,864
2	Призма каменной наброски	2,016,210	935,035	1,077,240	2,606,935	4,119,019	6,610,620	17,365,059
3	Битумное ядро	23,704						23,704
4	Ядро			1,567,260	3,209,040	996,115	1,220,075	6,992,490
5	Фильтр тонкой очистки	88,890		372,840	643,145	385,270	976,510	2,466,655
6	Фильтр грубой очистки	177,780		469,145	976,120	503,930	1,027,980	3,154,955
7	Каменная пригрузка					129,790	424,885	554,675
ВСЕГО								73,621,402

Вариант 1265 нмум

Материал		Фаза 1	Фаза 2	Фаза 3	Фаза 4	Фаза 5	Фаза 6	ВСЕГО
1	Аллювиальная призма	8,088,672	1,863,636	5,344,398	11,785,869	5,189,843	910,503	33,182,921
2	Призма каменной наброски	1,448,445	671,729	773,889	1,872,821	2,959,102	4,749,067	12,475,052
3	Битумное ядро	20,148						20,148
4	Ядро			1,144,100	2,342,599	727,164	890,655	5,104,518
5	Фильтр тонкой очистки	48,657		204,085	352,044	210,889	534,521	1,350,195
6	Фильтр грубой очистки	114,588		302,386	629,156	324,807	662,582	2,033,519
7	Каменная пригрузка					86,257	282,372	368,629
ВСЕГО								54,534,982

Вариант 1230 нмум

Материал		Фаза 1	Фаза 2	Фаза 3	Фаза 4	Фаза 5	Фаза 6	ВСЕГО
1	Аллювиальная призма	4,613,063	1,062,853	3,047,972	6,721,618	2,959,828	519,270	18,924,605
2	Призма каменной наброски	1,085,877	503,585	580,173	1,404,026	2,218,395	3,560,305	9,352,361
3	Битумное ядро	17,778						17,778
4	Ядро			832,600	1,704,788	529,181	648,159	3,714,728
5	Фильтр тонкой очистки	26,942		113,007	194,936	116,774	295,978	747,638
6	Фильтр грубой очистки	112,718		297,452	618,889	319,506	651,769	2,000,334
7	Каменная пригрузка					70,804	231,785	302,589
ВСЕГО								35,060,033

Таблица 2-5: Подробная оценка объемов материалов на Рогунской плотине для различных исследуемых вариантов

3 ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛА

3.1 Источники материалов

Следующий пункт касается описания общих условий вокруг створа плотины, чтобы определить, расположить и установить различные средства, связанные с управлением строительных материалов (как кавальеры, карьеры, перерабатывающие заводы, складские площадки). Поскольку всеобъемлющее описание было выполнено в отчете Фазы I, в этой главе дается резюме основной информации, необходимой для настоящего отчета.

В начале проекта, несколько карьерных площадок и карьеров были предварительно выбраны для обеспечения материалов, необходимых для строительства плотины. С того времени, и после более глубокого анализа материалов, некоторые из этих карьеров были сочтены неподходящими предыдущими проектировщиками.

В настоящее время четыре карьера / карьерных зон считаются подходящими и адаптированы по отношению к спецификациям и ограничениям проекта:

- Карьерная зона 15, в основном для аллювиальной боковой призмы и фильтрующего материала,
- Кавальеры из карьерной зоны Лябидара, которая будет использована для фильтров,
- Карьерная зона 17 для ядра плотины,
- Карьер 26 для призмы горной породы и пригрузки.
- Заполнители бетона предложено обработать из материалов карьера №15

Расположения вышеупомянутых карьеров и карьерных зон представлены в чертеже № 30 003 Тома 4.

Материалы, содержащиеся в карьерных зонах, были предметом различных технических исследований. Основные результаты этих исследований были представлены и обобщены в отчете Фазы 1.

3.2 Характеристики материала

3.2.1 Существующие параметры

В следующей таблице представлены основные характеристики материалов, из разных карьерных зон, как определено изучениями и исследованиями.

		Dry unit weight	Saturated unit weight	Porosity	Friction angle	Cohesion	Deformation modulus	Poisson's ratio	Permeability	Moisture at placement
Dam zone		γ_{dry}	γ_{sat}	n	φ	C	E	ν	K	
		[kN/m ³]	[kN/m ³]	[-]	[°]	[MPa]	[MPa]	[-]	[cm/s]	[%]
1	Core	23,6	23,9	0,19	31	0,03	40	0,36	$A \cdot 10^{-6}$	9 - 11 %
2	Fine transition	22,1	23,2	0,22	36	0	55	0,32	$3 \cdot 10^{-2}$	5%
3	Coarse transition	22,6	23,5	0,2	40	0	65	0,3	$5 \cdot 10^{-2}$	5%
5	Alluvium shoulders	23,1	23,8	0,18	39	0,05	80	0,27	0,1	5%
4	Rockfill	19,9	21,9	0,3	42	0,03	60	0,28	0,5	-

А ранжируется от 1 до 10.

Таблица 3-1: Характеристики основных материалов для строительства плотины

3.2.2 Оценка ИТЭО

Следующая глава нацелена предоставить широкие линии и основные рекомендации по характеристикам материалов, а также определить основные испытания и методы испытания, которые будут осуществляться на следующих этапах исследований по проекту Рогунской ГЭС.

Механические свойства материалов по оценке ИГП (см. пункт 5.2 спецификации проекта ИГП по материалам) были сравнены со значениями для аналогичных сооружений насыпи, в соответствии с опытом Консультанта.

Таблица 5.2 представляет расчетные характеристики, принятые ИГП в 2010 году для анализа устойчивости. Большинство параметров этой таблицы могут быть измерены непосредственно с помощью натуральных испытаний пробных сооружений насыпи. Только параметры прочности на сдвиг должны быть выведены из доступных испытаний на образцах маленького размера. Можно отметить, что угол сцепления и трения не применяются формально к каменной наброске (аллювиальная боковая призма плотины, материал ядра и т.д.). Хорошо известно, что прочность на сдвиг каменной наброски фактически лучше представлена параболическим критерием таким как:

$$\tau = A\sigma_n^b$$

где τ является напряжением сдвига, σ_n соответствующим нормальным напряжением, а A и b параметрами, значения которых зависят от характеристик каменной наброски.

Тем не менее, и учитывая, что использование критерия Мора-Кулона общепринято для такого анализа, корректировка критерии Мора-Кулона может быть выполнена по параболической кривой, что приводит к "видимому" углу сцепления и трения в пределах заданного диапазона нормального напряжения.

Сцепление, поэтому является видимым сцеплением вследствие сцепления зерна, которое происходит, когда материал уплотняется. Это видимое сцепление относится к прочности материала. Учитывая его низкого содержания в глинистых частицах, материал ядра не может претендовать на существенное увеличение в сцеплении. Это причина, почему сцепление материала ядра было на самом деле приблизительно чуть меньше, чем для аллювиальных образований. Для слоя каменной наброски, где сцепление меньше чем в образованиях, опять же, было рассмотрено сцепление немного ниже.

Таким образом, те параметры оказываются подходящими для использования на стадии Осуществимости для оценки устойчивости плотины.

Для того, чтобы достичь эти критерии для каждого вида материала, который будет помещен в плотине, все меры должны быть приняты, такие как определение и применение программы испытания материалов в лабораторных условиях (для испытаний общего и большого масштаба), а также в натуральных условиях. Это позволит определить размещение наиболее подходящим образом. Программа мониторинга должна быть определена на весь период строительства с целью испытания материалов, размещенных на плотине (классификация распределения, сегрегация, проницаемость ...).

Параметры прочности на сдвиг (угол сцепления ϕ и угол трения Φ) являются ключевыми параметрами для анализа устойчивости. Данные лабораторных испытаний (на стандартных и крупномасштабных приборах) должны быть дополнены на местах полевыми испытаниями с целью определения ключевых параметров, которые могут повлиять на прочность сдвига.

3.2.3 Рекомендации ИТЭО для дальнейших исследований материалов

Рогунская ГЭС является особым проектом, с исключительными размерами и включает в себя большое количество материалов. Исследования материалов для такого проекта должны быть исчерпывающими, подробными и могут включать в себя последующее оборудование и время. Хорошие условия работы и долгосрочная безопасность сооружений сильно зависят от этих рассмотрений.

Обзор имеющейся информации и документации показал, что исследования и лабораторные испытания длились с 1973 по 2011 год.

Дисперсии результатов, отсутствие информации по экспериментальным протоколам и условиям испытаний (стандарты соблюдены), а некоторые несоответствия показывают, что важно выполнить дополнительные кампании испытания на основе международных стандартов по всем видам материалов для подтверждения и оценки предыдущих результатов. Это также будет ценным вкладом для любого международного подрядчика, желающего принять участие на торгах для такого большого проекта.

Консорциум ИТЭО настоятельно рекомендует использовать международные стандарты для тестирования и спецификаций. Они более адаптированы в условиях проведения международного тендера на строительство Рогунской ГЭС. Российские стандарты, используемые до сих пор, не ставятся под сомнение, но в случае ИСВ для проекта строительства Рогунской ГЭС, предоставление легко понимаемых результатов испытаний, позволит четкое понимание условий проекта международными подрядчиками. Это приведет к лучшей оценке риска участниками торгов и избеганию

чрезмерных положений рисков во время торгов, дав возможность более конкурентоспособным предложениям.

Как общее требование, следует отметить, что кампании по отбору проб на местах на карьерной зоне и карьерах следует проводить после достаточно жесткой сетки по всей зоне, обеспечив расположение возможных гетерогенных зон материалов. Отбор проб должен быть выполнен при постоянных интервалах на отметке, вплоть до самых глубоких слоев карьерных зон и карьеров. Это требование должно быть рассмотрено специально для карьерной зоны 17, где были отмечены гетерогенные зоны.

4 КРИВЫЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА МАТЕРИАЛА

4.1 Спецификации ИГП по гранулометрическому составу материалов

4.1.1 Материал ядра

Гранулометрический состав ядра определен ИГП (Гидропроект 2009) как на Рисунке 4-1.

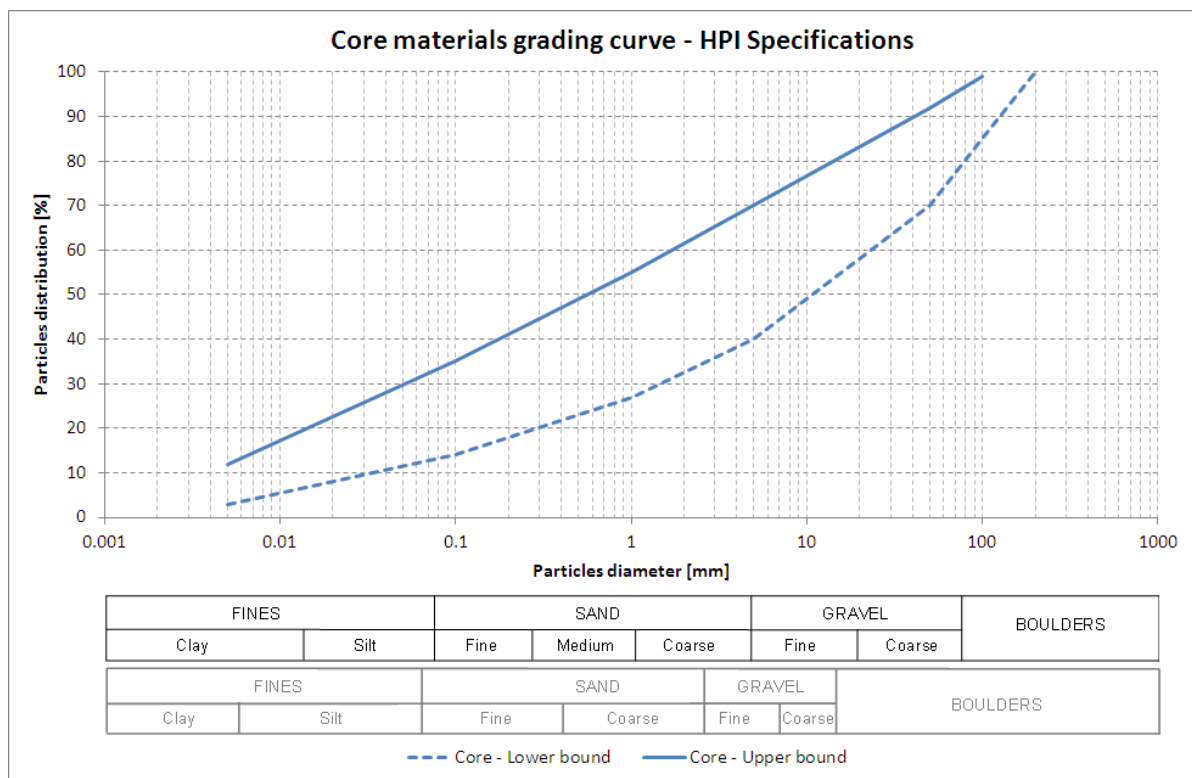


Рисунок 4-1: Кривая гранулометрического состава для материала ядра – Спецификации ИГП

Кривые гранулометрического состава определяют распределение частиц от 0,005 мм до 200 мм.

Высокодисперсная фракция (частицы <80 мкм) колеблется между 13% и 33%, а максимальный размер частиц составляет 200 мм.

4.1.2 Материалы для фильтрующего слоя

Согласно определению ИГП, кривые гранулометрического состава фильтров тонкой и грубой очистки представлены на Рисунке 4-2 (ИГП Гидропроект 2008-2009).

В отчете (ИГП Гидропроект 2009), ИГП поясняет, что эти кривые гранулометрического состава получены из (ICOLD 1994) ICOLD; Бюллетень 95. Эти критерии приняты для большинства проектов в мире и считаются приемлемыми Консультантом ИТЭО.

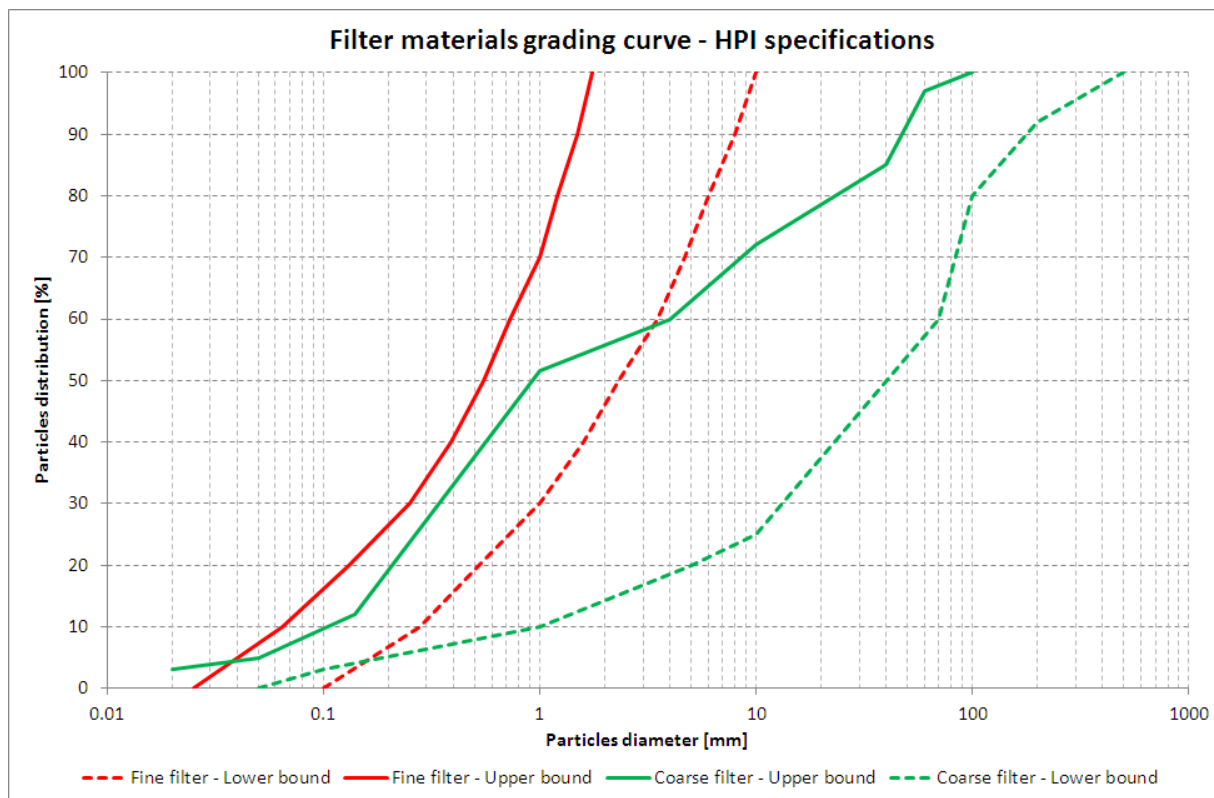


Рисунок 4-2: Кривые гранулометрического состава материалов для фильтрующего слоя – спецификации ИГП

Частицы фильтров тонкой очистки размером от 0.025 мм до 10 мм, и фильтра грубой очистки от 0.02 мм до 500 мм.

4.1.3 *Материалы боковой призмы плотины и горной породы (каменная пригрузка, каменная наброска)*

Кривые гранулометрического состава материала плеч плотины и каменной пригрузки, установленные ИГП, показаны на следующих рисунках (Рисунок 4-3, Рисунок 4-4 из отчетов, ИГП Гидропроект 2009, ИГП Гидропроект 2008-2009:

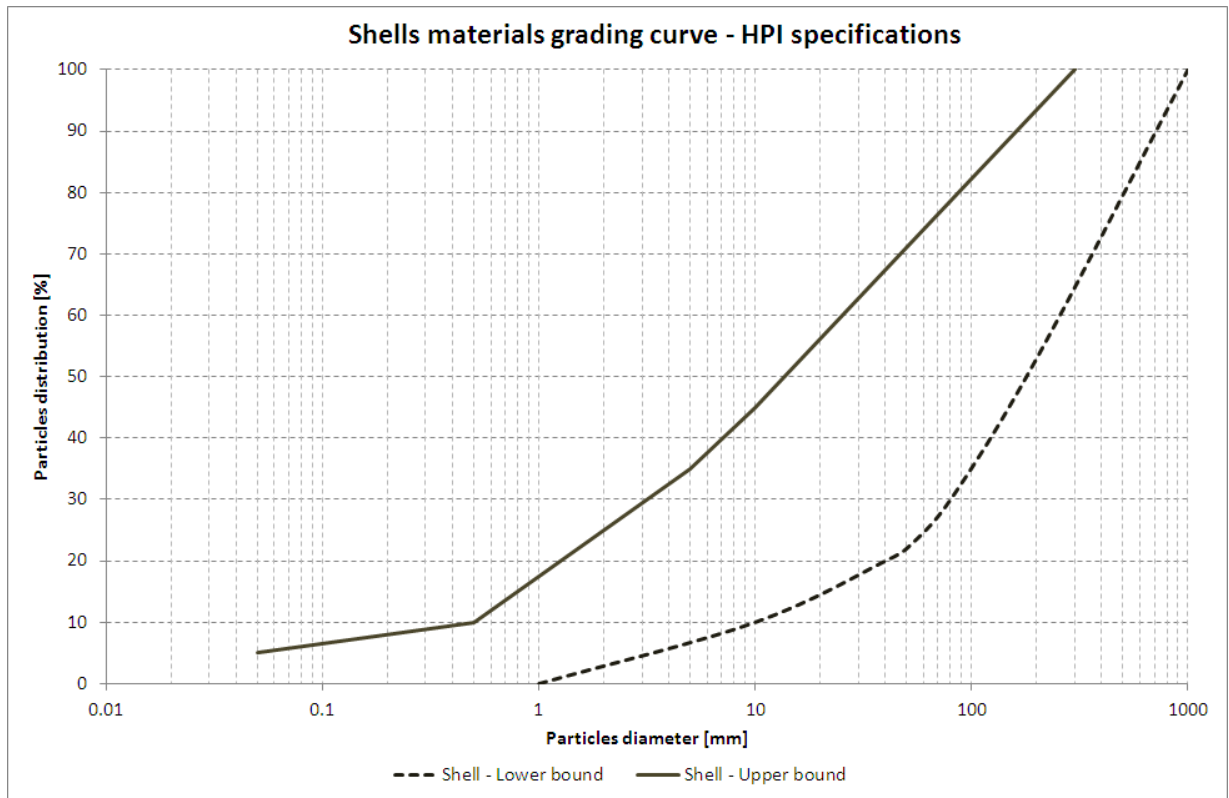


Рисунок 4-3: Кривые гранулометрического состава материалов боковой призмы плотины – Спецификации ИГП (ИГП Гидропроект 2008-2009)

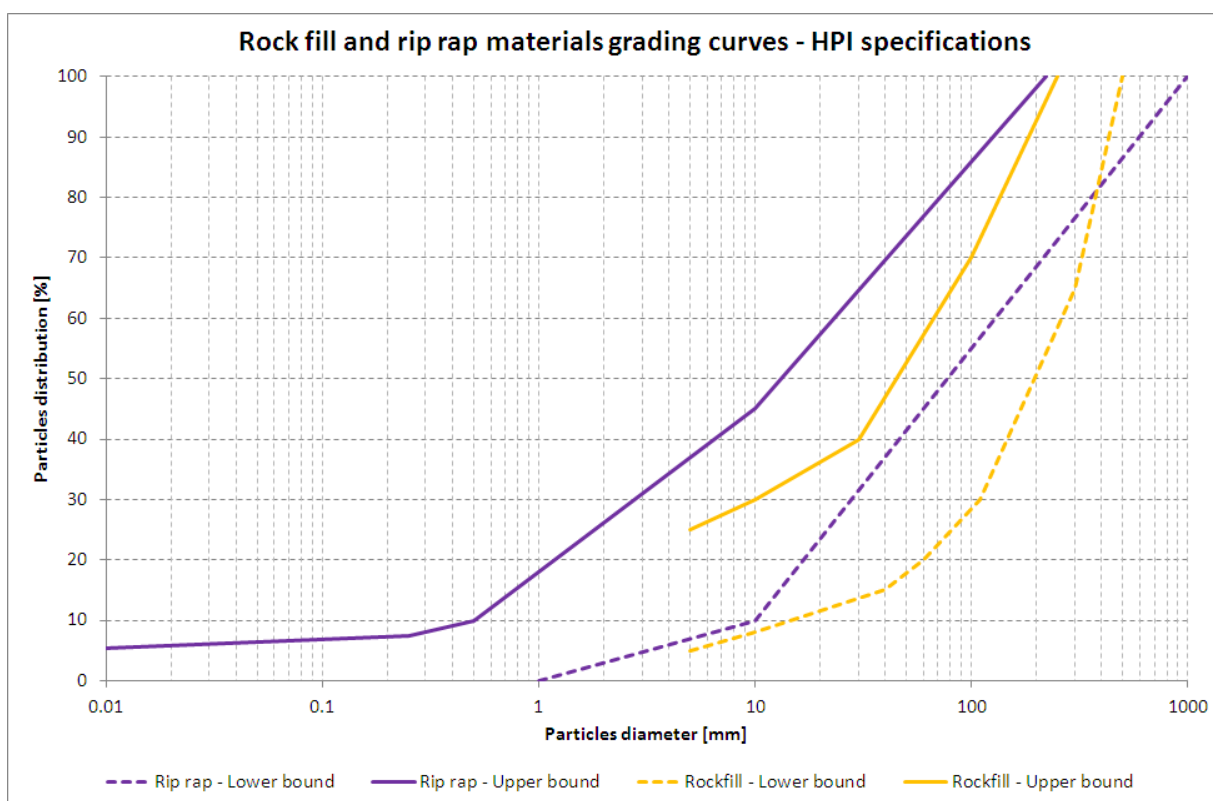


Рисунок 4-4: Кривые гранулометрического состава материалов каменной пригрузки и каменной наброски – Спецификации ИГП (ИГП Гидропроект 2008-2009)

4.2 Спецификации ИТЭО

Следующая глава направлена на определение именно критериев проектирования, что должны применяться на гранулометрический состав материалов. На этой основе, кривая гранулометрического состава каждого типа материала плотины построена и представлена.

Проект кривых гранулометрического состава материалов был выполнен на основе спецификаций гранулометрического состава ИГП. Процедура состояла из проверки критериев по кривым гранулометрического состава, определенным ИГП и их изменение, при необходимости, для достижения спецификаций ИТЭО. Определение гранулометрического состава материалов осуществляется с учетом гранулометрического состава имеющихся материалов и попыткой построить кривые гранулометрического состава, таких как обработка и обогащения, что необходимо выполнить на материалах, сокращены насколько это возможно.

4.2.1 Презентация критериев проектирования

Основные характеристики проектирования касаются определения кривых гранулометрического состава для материалов. Определения этих кривых гранулометрических составов обусловлены критериями проектирования,

представлены в отчете Критериев проектирования (Консорциум ИТЭО). Критерии проектирования по кривым гранулометрического состава представлены ниже:

- **Внутренняя устойчивость (свойство само фильтрации).** Более грубая фракция фильтрации относительно ее собственной высокодисперсной фракции должна соответствовать критерию удержания. Если материал широко градуирован, сегрегация в перемещении и расположении более вероятна и внутренняя устойчивость может стать серьезной проблемой.
- **Функция удержания.** Фильтр должен предотвратить миграцию частиц из соседних материалов призмы или ядра. Таким образом, фильтр тонкой очистки должен предотвратить миграцию мелкозернистых материалов ядра; а фильтр грубой очистки должен предотвратить любую миграцию фильтра тонкой очистки. Критерий, связанный с этой функцией, определен, в зависимости от характеристик основной почвы (основная почва соответствует почве, что должна быть защищена. Пр: основная почва фильтра тонкой очистки является материалом ядра).

Base Soil Category	Base Soil Description, and Percent Finer than 0.075mm (1)	Filter Criteria (2)
1	Fine silts and clays; more than 85 percent finer	$D_{15}(F) \leq 9 \times d_{85}(B)$ (3)
2	Sands, silts, clays, and silty and clayey sands; 40 to 85 percent finer	$D_{15}(F) \leq 0.7 \text{ mm}$
3	Silty and clayey sands and gravels; 15 to 39 percent finer	$D_{15} \leq \frac{40 - A}{40 - 15} (4 \times d_{85} - 0.7 \text{ mm}) + 0.7 \text{ mm}$ (4) (5)
4	Sands and gravels; less than 15 percent finer	$D_{15} \leq 4 \times d_{85}$ (6)

Notes:

D = Filter; d = Base Soil.]

(1) - Category designation for soil containing particles larger than 4.75 mm is determined from a gradation curve of the base soil which has been adjusted to 100 percent passing the No. 4 (4.75 mm) sieve.

(2) - Filters are to have a maximum particle size of 3 inches (75 mm) and a maximum of 5 percent passing the No. 200 (0.074 mm) sieve, after compaction, with the PI (plasticity index) of the fines equal to zero. PI is determined on the material passing the No. 40 (0.425 mm) sieve in accordance with USBR 5360, *Earth Manual*. To ensure sufficient permeability, filters are to have a D_{15} size equal to or greater than $5 \times d_{15}$, but no smaller than 0.1 mm.

(3) - When $9 \times d_{85}$ is less than 0.2 mm, use 0.2 mm.

(4) - A = percent passing the No. 200 sieve after any regrading.

(5) - When $4 \times d_{85}$ is less than 0.7 mm, use 0.7 mm.

(6) - In Category 4, the d_{85} may be determined from the original gradation curve of the base soil without adjustments for particles larger than 4.75 mm, provided that the soil is not gap-graded or broadly graded.

Таблица 4-1: Критерий проектирования для фильтров – Бюро мелиорации США (USBR) 1994 (Консорциум ИТЭО 2012), (ICOLD 1994).

- **Избегание сегрегации.** Фильтры тонкой и грубой очистки не должна разделяться во время строительства. Обработка, перемещение, накопление, повторная разработка, демпинг, разбрасывание или уплотнение должны осуществляться с

минимизацией сегрегации. В следующей таблице представлен критерий, который связывает минимальный D_{10} материала с максимальным D_{90} .

Minimum D_{10} mm	Maximum D_{90} mm
< 0.5	20
0.5-1.0	25
1.0-2.0	30
2.0-5.0	40
5.0-10	50
10-50	60

Таблица 4-2 Критерий сегрегации, (ICOLD 1994)

4.2.2 Материал ядра

4.2.2.1 Содержание мелких частиц

Первым и основным интересным моментом в материалах ядра является содержание тонкой фракции. В соответствии со стандартами ASTM, используемые Консультантом, содержание тонкой фракции определяется процентом материалов с гранулометрическим составом, равным или ниже 0,08 мм.

Структура ядра плотины состоит из матрицы грубого элемента, что обеспечивает каркас ядра, и обеспечивает определенную жесткость, необходимую, чтобы избежать чрезмерной осадки. Мелкая фракция предназначена для заполнения пустот между грубыми элементами и обеспечения свойств водонепроницаемости ядра. Поэтому мелкие фракции материала ядра предназначены, полностью заполнить пустоты между грубыми элементами.

Такое требование должно быть испытано подробно посредством полной кампании испытания на местах и лабораторного оборудования большого масштаба для того, чтобы учесть весь гранулометрический состав материала ядра. Вторым моментом, который необходимо рассмотреть, является предотвращение сегрегации в процессе размещения материала ядра.

Кривая гранулометрического состава, определенная ИГП для материала ядра, указывает содержание тонкой фракции между 13 % и 33 % (Рисунок 4-5).

Следует отметить, что указанная кривая гранулометрического состава ядра плотины Нурекской ГЭС, которая является одной из основных ссылок в аналогичном контексте, показывает содержание тонкой фракции в диапазоне между 22% и 57% (Рисунок 4-5).

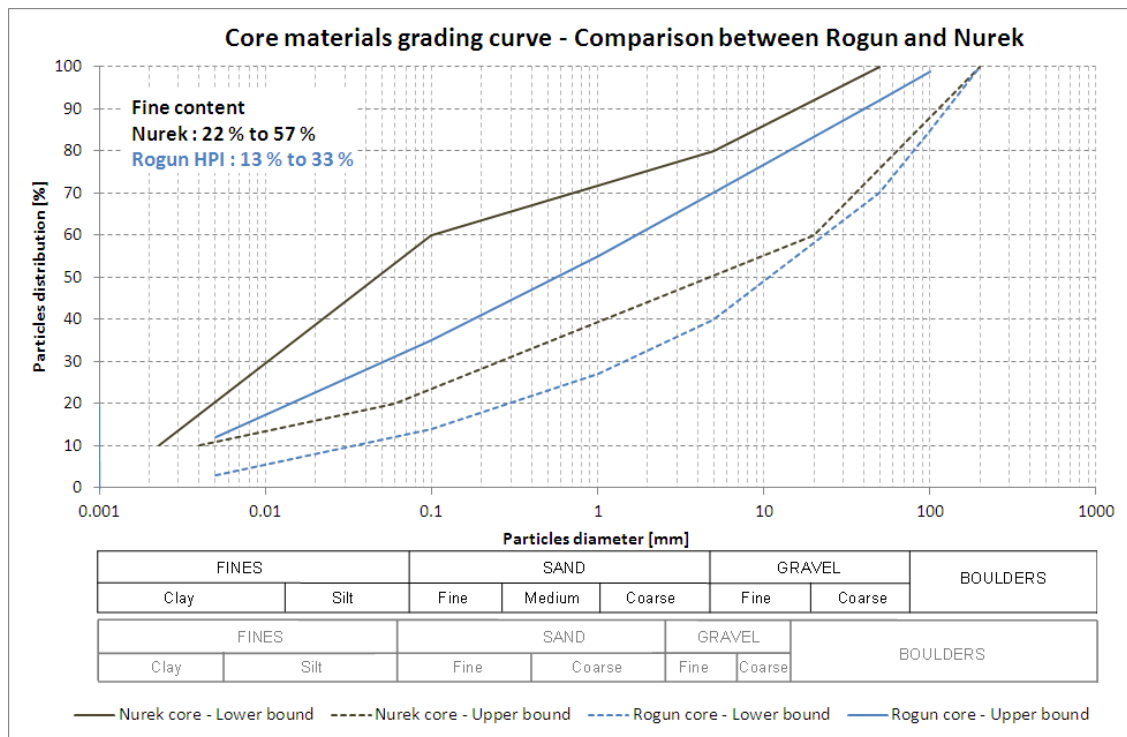


Рисунок 4-5: Сравнение между кривыми гранулометрического состава Нурека и Рогуна

Взглянув на другие крупные проекты по всему миру (Оровил, Мика, Нурек, Гуавио и Тьерри), можно заметить, что в основном содержание тонкой фракции материала ядра составляет не менее 20%. Эта информация, конечно конкретного проекта и в значительной степени зависит от типа материала, доступного в непосредственной близости от проекта строительства непроницаемого ядра. Однако это показывает, что свойство непроницаемости материала ядра Рогуна, как указано ИГП, должно быть продемонстрировано. Это должно быть сделано с помощью широкомасштабных испытаний на свойства непроницаемости, просачивания, процедур размещения и т.д.

Важно отметить, что испытания на проницаемость материалов, представляющих большой гранулометрический состав (и крупные частицы) не могут быть проведены в лабораторных условиях, поскольку ограничения размера испытательных приборов предписывают отбор образцов из важной части грубых элементов. Это является причиной, почему Консультант настаивает на необходимости проведения испытаний на местах, особенно для оценки проницаемости, для того, чтобы испытать материал, поскольку он будет помещен в плотину, и убедиться, позволит ли это низкое содержание тонкой фракции добиться водонепроницаемости, требуемой для обеспечения долговременной целостности ядра. Эти испытания могут быть проведены на стадии детального проектирования, на следующей фазе исследований.

При отсутствии современных экспериментальных доказательств того, что это низкое содержание тонкой фракции является приемлемым для требуемых характеристик материала ядра, Консорциум ИТЭО рекомендовал бы содержание тонкой фракции по выше не менее 20% (по аналогии с опытом Нурека) и следующую кривую гранулометрического состава:

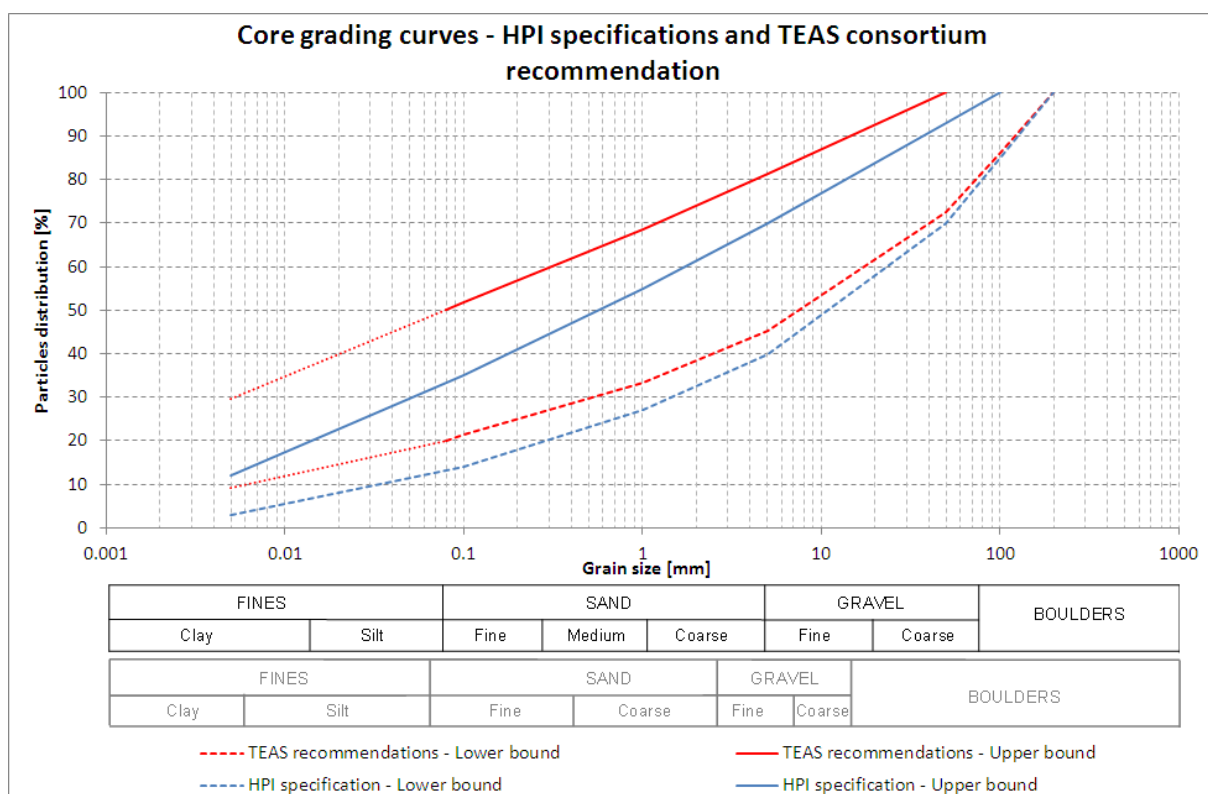


Рисунок 4-6: Кривые гранулометрического состава материала ядра

В качестве консервативного подхода для этого технико-экономического обоснования, а также, принимая во внимание вышеизложенное, Консорциум ИТЭО включил в смету каждого варианта стоимость процессов, необходимых для увеличения содержания тонкой фракции, которые состоят из смешивания материалов из карьера 17 с мелкими частицами, извлеченными из другого выбранного карьера, и это на весь объем, необходимый для плотины. Этот процесс подробно описан в Приложении 1, рассматривающем процедуры обработки материала ядра. Объем доступной тонкой фракции, и различные потенциальные источники описаны в этом приложении, показывая, что, если результаты пробных испытаний не будут удовлетворительными, решение увеличения содержания тонкой фракции, возможно.

По сравнению с кривой гранулометрического состава ИГП, содержание тонкой фракции (зернистость <80мкм) увеличено для того, чтобы составить от 20% до 50%. Верхняя граница также изменена, чтобы принять до 50% мелких частиц и продлить кривую гранулометрического состава. Кривые содержания частиц <80 мкм нарисованы пунктиром, как ориентировочные кривые, потому что считается трудным измерить и контролировать во время строительства.

Следующий Рисунок позволяет сравнить кривые гранулометрического состава Рогуна (ИГП), Нурека и исправленной кривой ядра Рогуна:

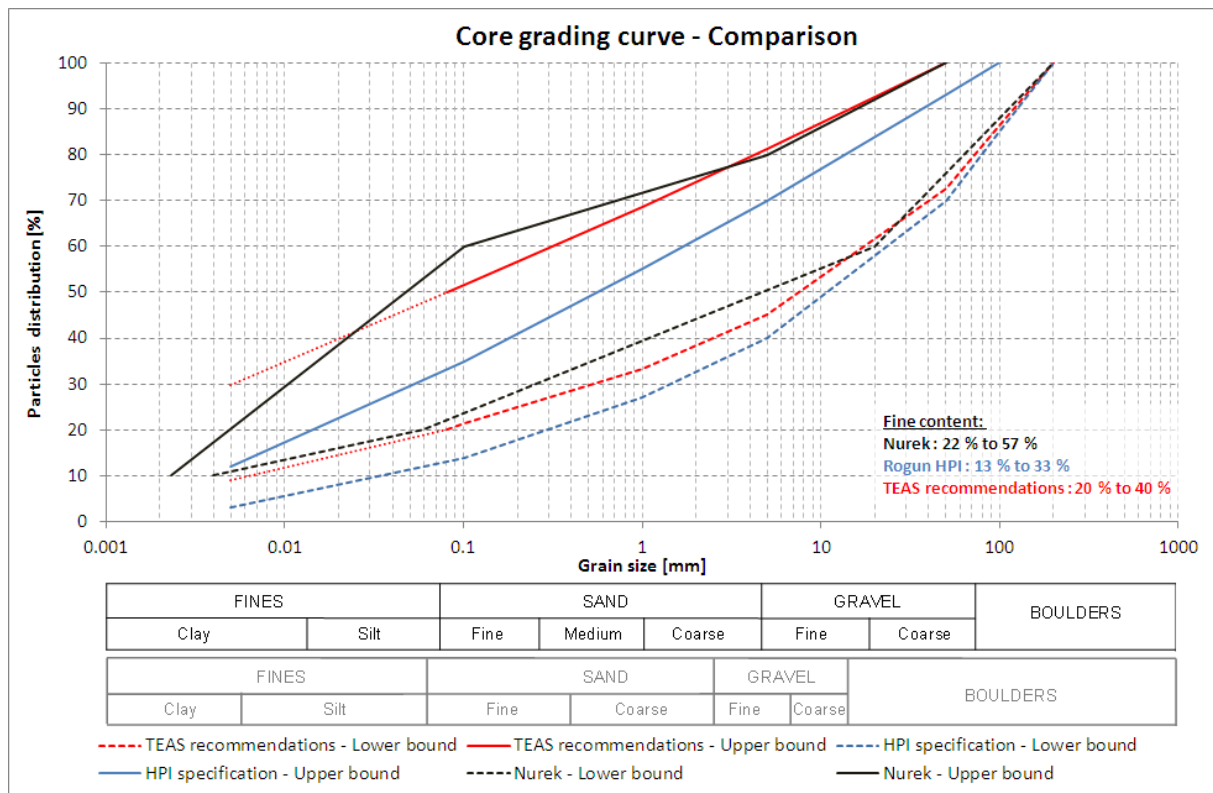


Рисунок 4-7 Кривые гранулометрического состава материала ядра – Сравнение с Нуреком

Минимальное значение содержания тонкой фракции составляет 20%, что близко к нижней границе Нурека (22%). Скорректированная верхняя граница ограничивает содержание тонкой фракции до 50%, в то время как для Нурека - 57%. Содержание тонкой фракции намеренно ограничено, конечно, чтобы избежать пластического поведения и чрезмерных осадков ядра и обеспечить регулирование давления пор.

Другим интересным моментом является условия размещения. Материал ядра предназначен для распределения от мелких частиц до булыжников в 200 мм. Такое большое распространение гранулометрического состава подвергается высокому риску сегрегации на различных этапах перемещения (извлечение из карьерной зоны, хранение, транспортировка на плотину, размещение, уплотнение ...). Обработка материалов большого гранулометрического состава, скорее всего, вызовет явление сегрегации, а сегрегация для материала ядра имеет сильное отрицательное воздействие на проницаемость, так как она легко производит направление материального потока вдоль зон концентрации крупных частиц вместе. Строгий контроль явления сегрегации путем установления мониторинга и контроля качества на всем протяжении размещения ядра плотины является строгим требованием в свете упомянутой информации и кривой гранулометрического состава материала ядра. Пробные испытания в большом масштабе также требуются на стадии детального проектирования, чтобы определить строго процедуры размещения.

4.2.2.2 Внутренняя устойчивость (свойство само фильтрации)

Следуя техническим требованиям Консорциума ИТЭО, критерии для гранулометрического состава материалов ядра основаны на рекомендациях ICOLD CIGB (ICOLD 1994). Отчет “Критерии проектирования” (Критерий проектирования 2012), определяет эти критерии.

Основным критерием является внутренняя стабильность материала, так как она влияет на проект фильтра тонкой очистки. Этот критерий определяется на основе (Jansen 1988), указывая, что материалы должны обеспечивать свойство самофильтрации для того, чтобы гарантировать, что материалы более тонкой фракции ядра удерживаются более грубой. Для материала самофильтрации, D_{15} грубой фракции должна быть не менее 5 раз больше d_{85} тонкой фракции, так что наклон кривой гранулометрического состава должен быть в любой точке, круче, чем 15% с разницей в 5 раз в гранулометрическом составе, чтобы обеспечить самостоятельную устойчивость.

Применительно к кривой гранулометрического состава, определенной ИГП, критерий иллюстрируется Рисунок 4-8.

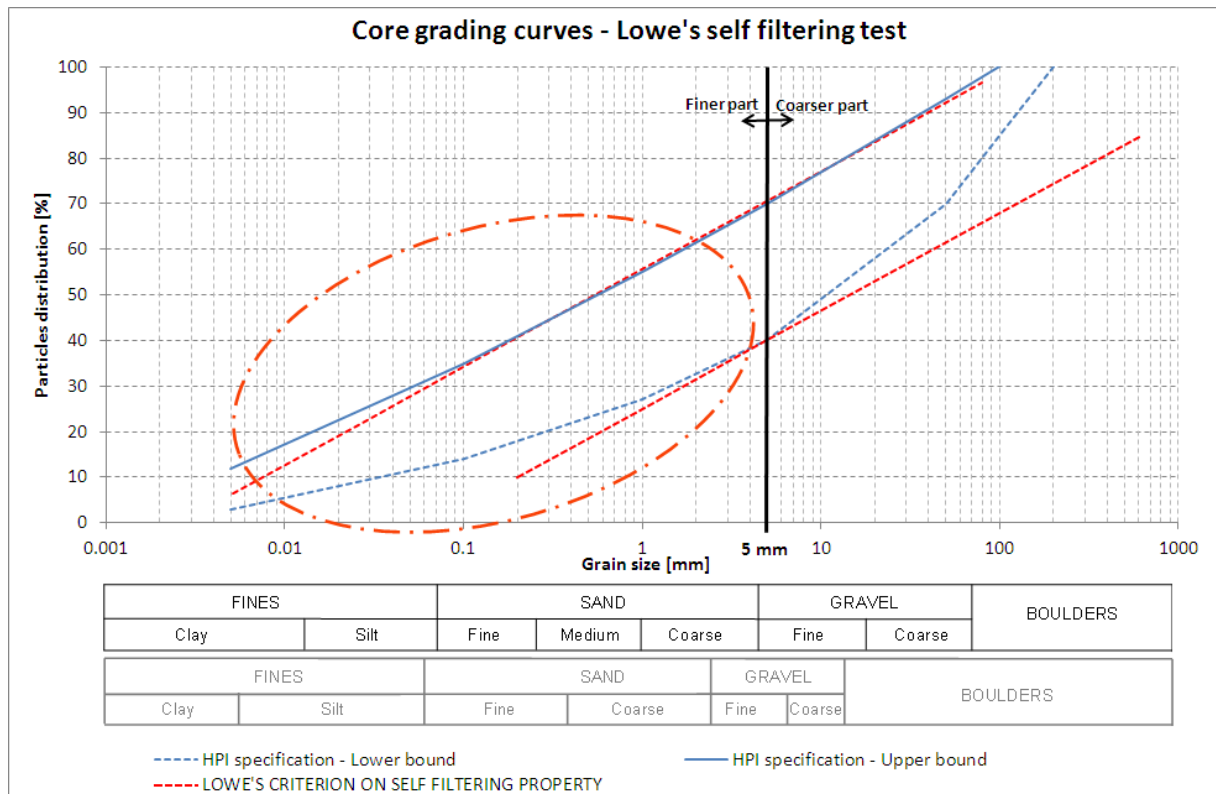


Рисунок 4-8: Кривая гранулометрического состава материалов ядра – Испытание самофильтрации для рекомендации ИГП

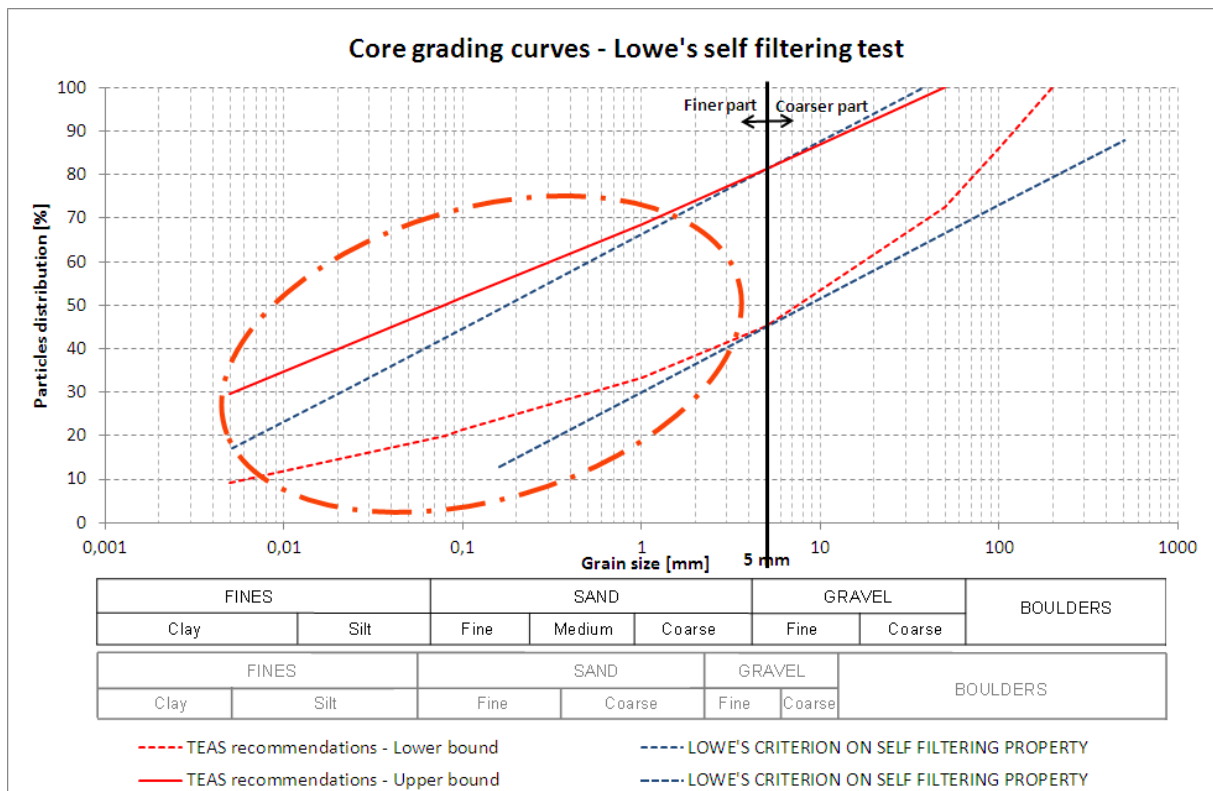


Рисунок 4-9: Кривая гранулометрического состава материалов ядра – Испытание самофильтрации для рекомендации ИТЭО

Анализ кривой гранулометрического состава, определяемой рекомендациями ИГП и ИТЭО, показывает, что материал ядра не является само фильтрующей, поскольку гранулометрический состав ниже 5 мм показывает кривую с наклоном более плоским, чем 15% с разницей в 5 раз в гранулометрическом составе.

Поскольку материал ядра не является само фильтрующим (внутренне устойчивый), процедура проектирования фильтра тонкой очистки (в контакте с ядром) должна основываться на высокодисперсной фракции ядра.

Кривая гранулометрического состава высокодисперсной фракции получена разделением общей кривой гранулометрического состава ядра на 2 части, как определено следующим:

- = Более тонкая часть определяется частицами <5 мм,
- = Более грубая часть определяется частиц > 5 мм.

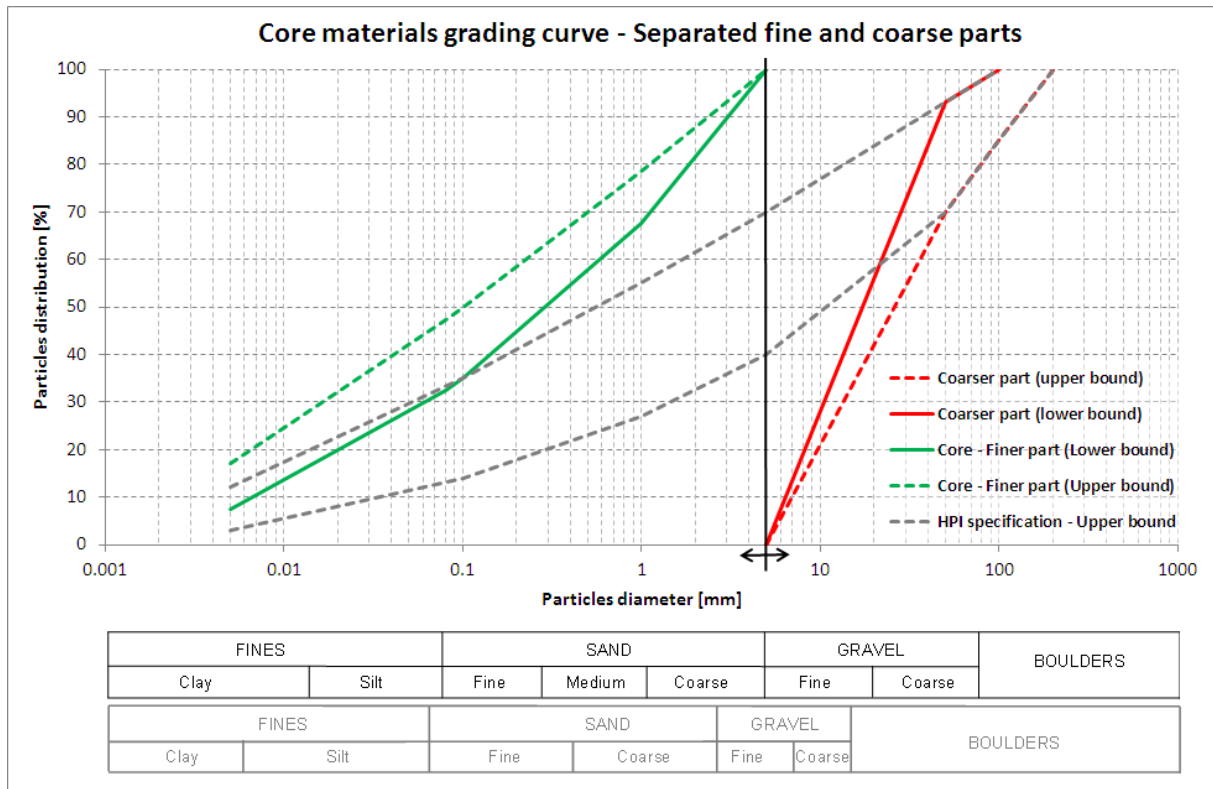


Рисунок 4-10: Кривые гранулометрического состава материалов ядра согласно определению ИГП, разделенные следующие Критерии проектирования

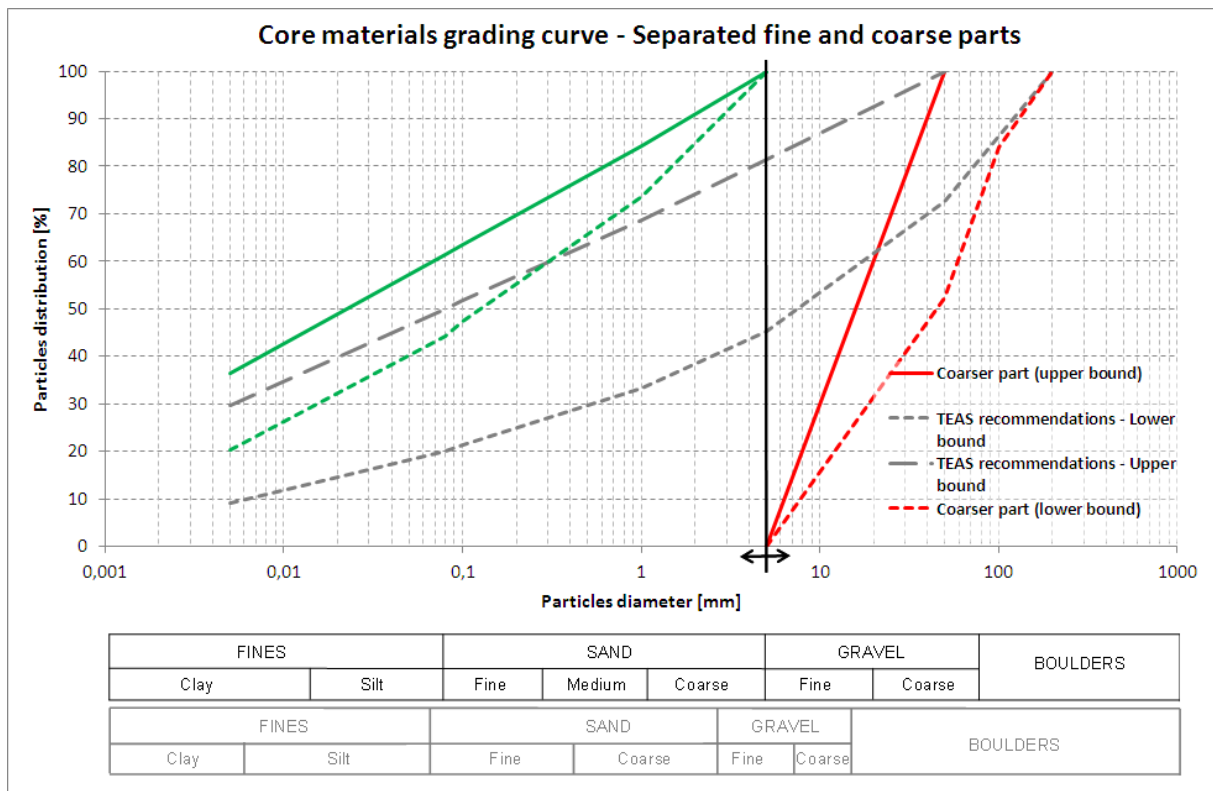


Рисунок 4-11: Кривая гранулометрического состава материалов ядра согласно определению ИТЭО, разделенные следующие критерии проектирования

На основе Рисунок 4-10 и 4-11: Кривая гранулометрического состава материалов ядра согласно определению ИТЭО, разделенные следующие критерии проектирования более тонкой части, что используются, чтобы спроектировать фильтр тонкой очистки, представлены кривой зеленого цвета. Это рассматривается в следующих пунктах, но можно увидеть, что на проект фильтра не влияет выбор рекомендуемого содержания тонкой фракции в ядре плотины.

Снова необходимо напомнить, что дальнейшие исследования должны позволить детализировать метод обогащения материалов из карьерной зоны 17 с помощью программы испытания на местах для того, чтобы оценить эффективность данного метода.

Помимо этих специальных исследований, следующие основные испытания должны быть проведены как в лабораторных и полевых условиях, и, насколько это возможно, в крупномасштабном лабораторном оборудовании для перекрестной проверки все доступной информации по предлагаемому материалу ядра:

- Испытания проницаемости. Эти испытания должны быть проведены по всему гранулометрическому составу, что подразумевает использование оборудования большого масштаба и полевых процедур тестирования.
- Дисперсность, просачивание и испытания труб,

- Определение параметров укрепления,
- Индекс пластичности,
- Предел прочности на сдвиг /прочность на сжатие/напряженно-деформированное поведение.

4.2.3 Фильтрующие материалы

Фильтры являются темой Критериев проектирования, основанных на анализе взаимодействия между фильтрами и контактными материалами (ядро, призмы, основание...).

4.2.3.1 Проект фильтра тонкой очистки

Критерий удержания

Проект фильтра тонкой очистки осуществляется путем сравнения его характеристик с материалом ядра. Следующий рисунок показывает кривую гранулометрического состава тонкой части материалов ядра и материала фильтра тонкой очистки, определенного ИГП.

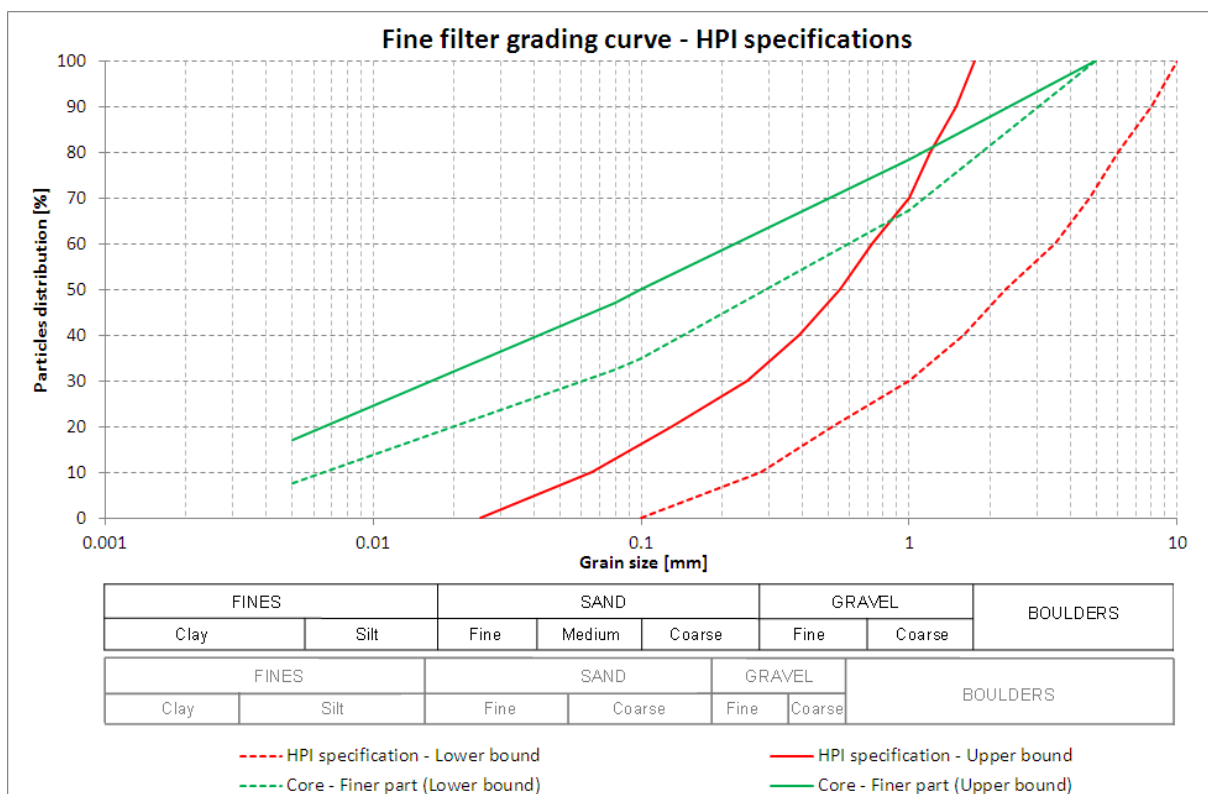


Рисунок 4-12: Фильтр тонкой очистки кривых гранулометрического состава материалов ядра

Адаптированный критерий удержания определен в таблице 4-1 в зависимости от содержания тонкой фракции (определенный процентным отношением частиц ≤ 0.08 мм). Для представленной кривой гранулометрического состава, содержание тонкой фракции ограничено между 33%, и 48% (см. Рисунок 4-13). Более тонкая часть материала ядра рассматривается как базовая почва категории 2 согласно Таблице 4-1.

Соответствующий критерий следующий:

$$D_{15} \leq 0.7 \text{ мм}$$

Рисунок 4-13 помогает подтвердить, что значение D_{15} материала фильтра тонкой очистки определено меньше, чем 0,4 мм.

Нынешняя кривая гранулометрического состава фильтра тонкой очистки удовлетворяет критерий удержания.

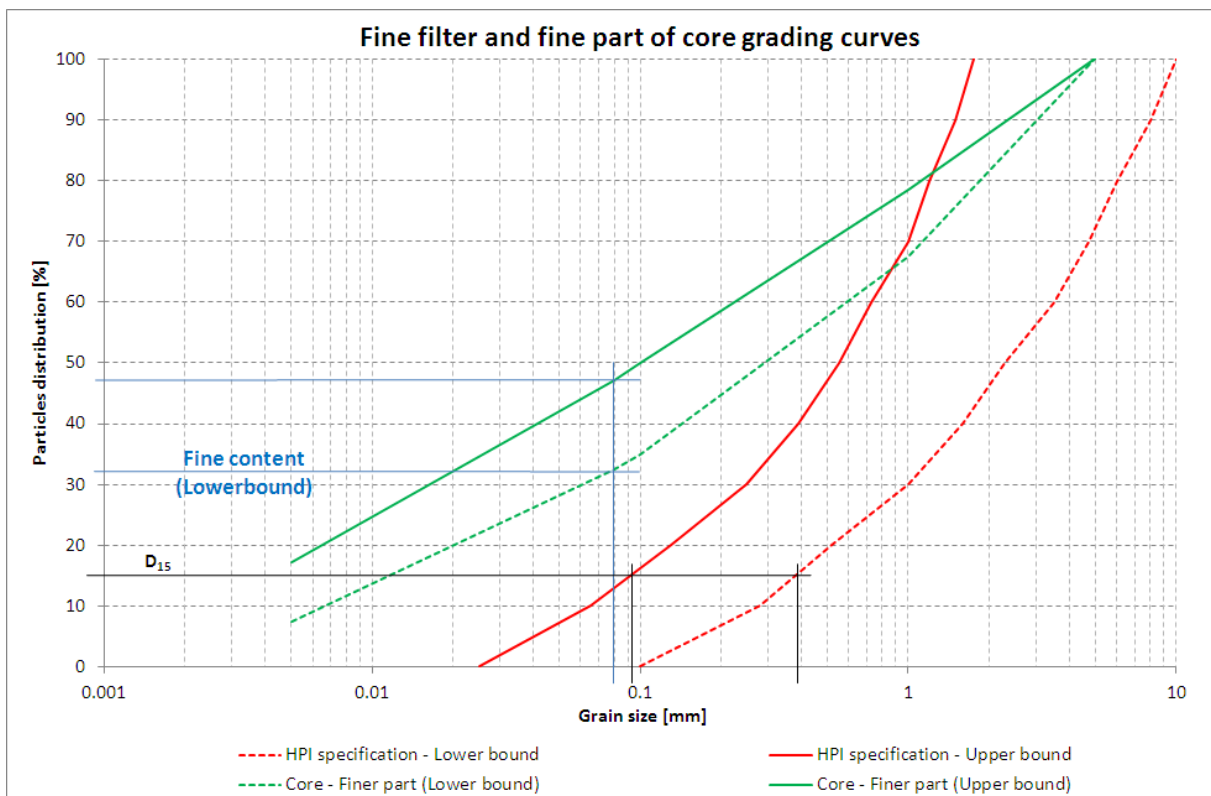


Рисунок 4-13: Кривые гранулометрического состава фильтра тонкой очистки и тонкой части ядра (критерий удержания)

Поскольку критерий удержания ограничивает D_{15} фильтра тонкой очистки до значения 0,7 мм, и учитывая, что D_{15} фильтра тонкой очистки равен 0,4 мм, Консорциум ИТЭО предлагает изменить кривые гранулометрического состава, сдвигая их к более грубой стороне. Это должно позволить снизить обработку и обогащение в материалах для фильтров и получения лучшего диапазона градуировки для фильтра грубой очистки и плеч. Кривая модифицирована так, чтобы D_{15} дошла до 0,7 мм без изменения общей формы классификации кривой.

Предлагаемая кривая представлена на Рисунок 4-14.

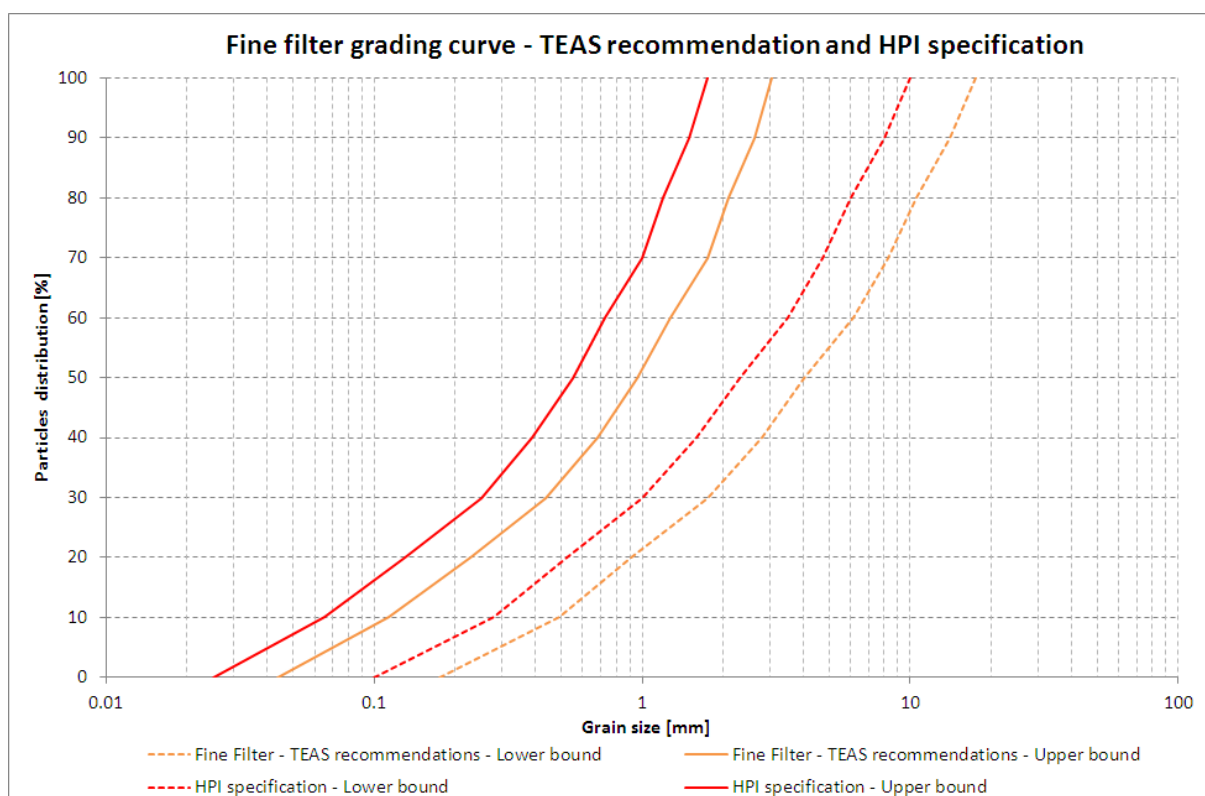


Рисунок 4-14: Кривая гранулометрического состава фильтра тонкой очистки – рекомендация ИТЭО

Критерий сегрегации

Критерий сегрегации ограничивает максимальное значение D_{90} в зависимости от минимального значения D_{10} . Для кривой гранулометрического состава фильтра тонкой очистки, предложенной Консорциумом, минимальное значение D_{10} составляет 0.12 мм. Согласно Таблице 4-2, критерием, что должен быть применен, чтобы соответствовать критерию сегрегации, является ограничение максимального D_{90} до 20 мм, что получается как $D_{90\text{макс}}$ составляет около 15 мм.

Критерий сегрегации выполним кривой гранулометрического состава фильтра тонкой очистки (этот критерий сегрегации был, также достигнут для первоначальной кривой, предложенной ИГП).

Примечание: Как можно будет увидеть далее, разница в рекомендуемом содержании тонкой фракции для ядра не влияет на определение последующих слоев фильтров. Критерий проектирования (удержание) зависит от «категории базовой почвы», которая установлена содержанием тонкой фракции более тонкой части кривой гранулометрического состава ядра.

Содержание тонкой фракции более тонкой части кривой гранулометрического состава, рекомендуемой ИТЭО находится в диапазоне между 44% и 62%, что соответствует категории 2 базовой почвы (Таблица 4-1), то же самое, касательно кривой гранулометрического состава ИГП, и тем самым приводя к такому же проекту фильтра тонкой очистки.

4.2.3.2 Проект фильтра грубой очистки

Критерий удержания

Что касается фильтра грубой очистки, расчетные критерии, которые должны применяться такие же, как для тонкой, за исключением того, что базовый материал, для которого рассчитывается фильтр, является фильтром тонкой очистки, поскольку это материал, который должен быть защищен.

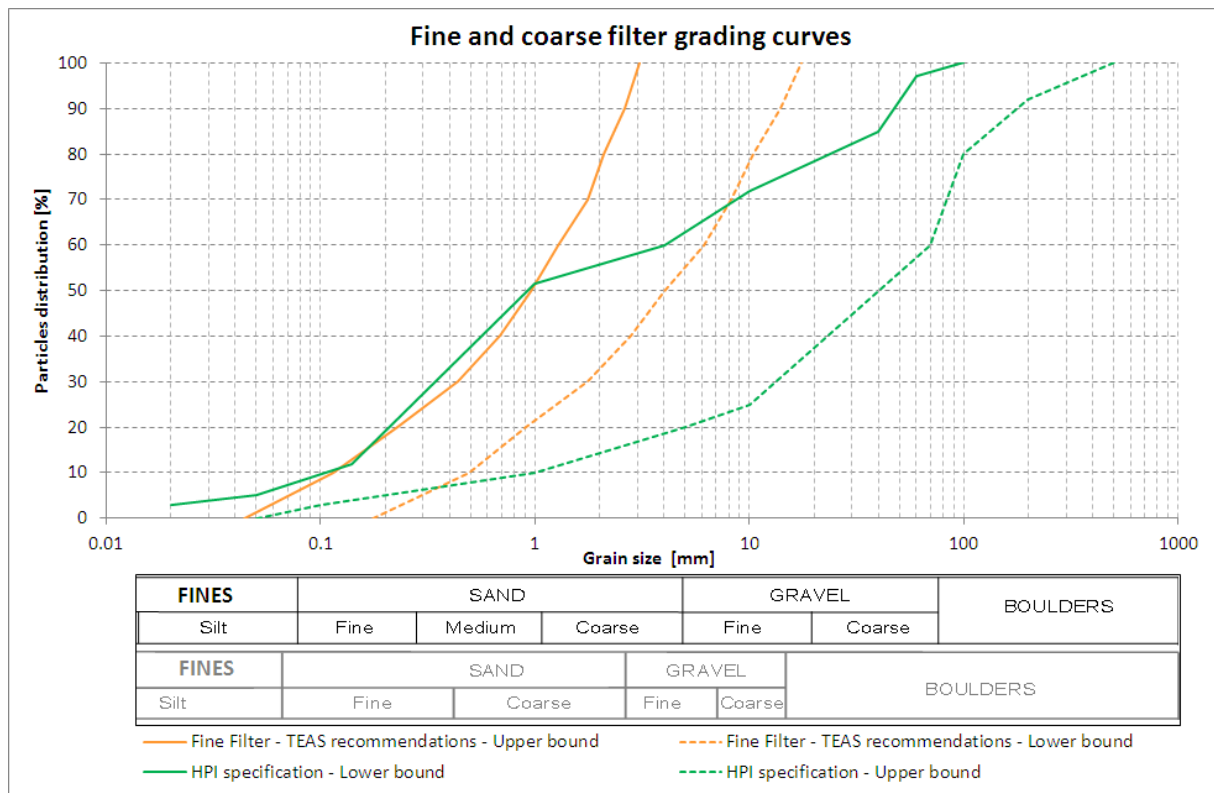


Рисунок 4-15 Фильтрующие материалы – спецификации ИГП

Следует отметить, что форма кривых гранулометрического состава фильтра грубой очистки, определенная ИГП ограничивается пунктирными линиями с неправильной формой, с очень большим диапазоном гранулометрического состава (от 0.05 мм до 500 мм). Никакое обоснование не было найдено в просмотренных документах об этой конкретной форме.

Поскольку содержание тонкой фракции фильтров тонкой очистки меньше чем 15%, базовая почва является из категории 4, согласно Таблица 4-1. Критерий удержания следующий:

$$D_{15} \leq 4 \cdot d_{85}$$

D_{15} фильтра грубой очистки ограничен между 0.17 мм и 2.2 мм, значение в 2.2 мм сохраняется. d_{85} базового материала (фильтр тонкой очистки, как предлагалось ранее) ограничен между 2.3 мм and 13 мм, с меньшим значением, что должно сохраняться.

Критерий возобновляется:

$$D_{15} \leq 9.2 \text{ мм}$$

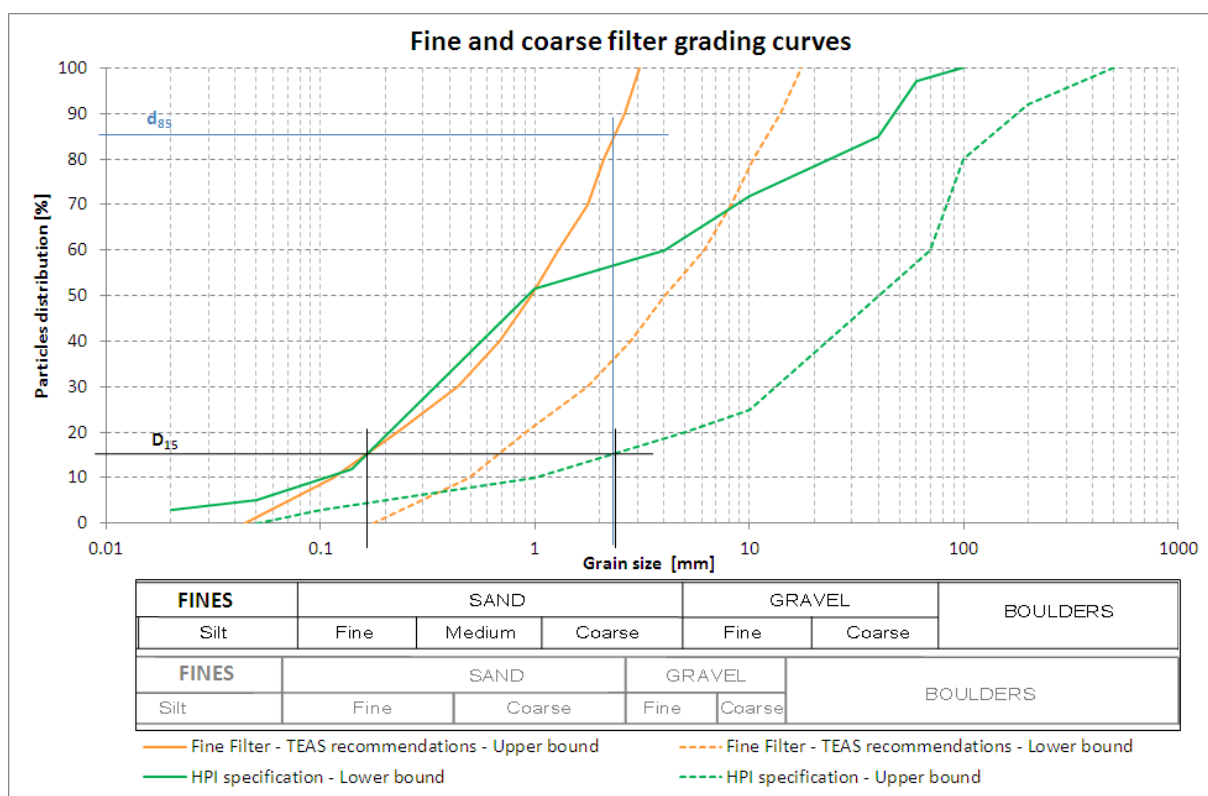


Рисунок 4-16 Кривые гранулометрического состава фильтрующих материалов (Критерий удержания)

Критерий удержания удовлетворяется нынешней кривой гранулометрического состава, определенной ИГП для фильтра грубой очистки.

Критерий сегрегации

Критерий сегрегации ограничивает максимальное значение D_{90} до 20 мм (см. Таблица 4-1, с минимальным D_{10} около 0.1 мм). Критерий сегрегации не выполним поскольку нынешняя кривая гранулометрического состава показывает максимальный D_{90} немного ниже, чем 200 мм.

Кривая гранулометрического состава должна быть откорректирована, чтобы соответствовать критериям проектирования. Корректировка состоит из укрупнения верхней части кривой, чтобы снизить максимальный D_{90} до 20 мм, и избежать, одновременно, разломов острого откоса в кривых.

Критерий удержания (что состоит из ограничения значения D_{15} до 9.2 мм) должен соблюдаться откорректированной кривой.

Предельно допустимые материалы уменьшены до 43 мм в фильтре грубой очистки.

Получаемая кривая приводится на Рисунок 4-17.

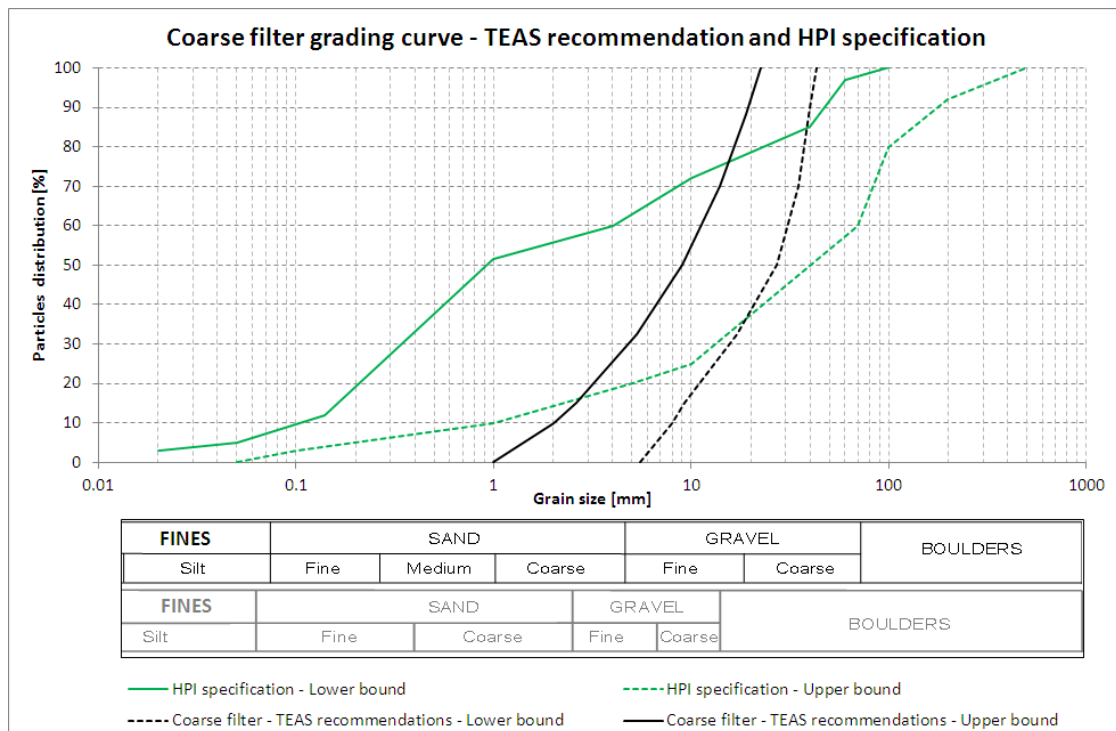


Рисунок 4-17: Откорректированная кривая гранулометрического состава фильтра грубой очистки

Откорректированная кривая соответствует критерию сегрегации.

Сравнивая кривые гранулометрического состава спецификаций с доступными материалами карьерной зоны Лябидара (см. Рисунок 4-18), обнаруживается, что дробильно-сортировочные процессы необходимы, чтобы соответствовать спецификациям. Материалы размером > 40 мм должны быть раздроблены. Необходимы испытания для точного определения видов сортировки и дробления, необходимых выполнить, чтобы соответствовать спецификациям гранулометрического состава. Эти испытания необходимо выполнить во время детального проектирования.

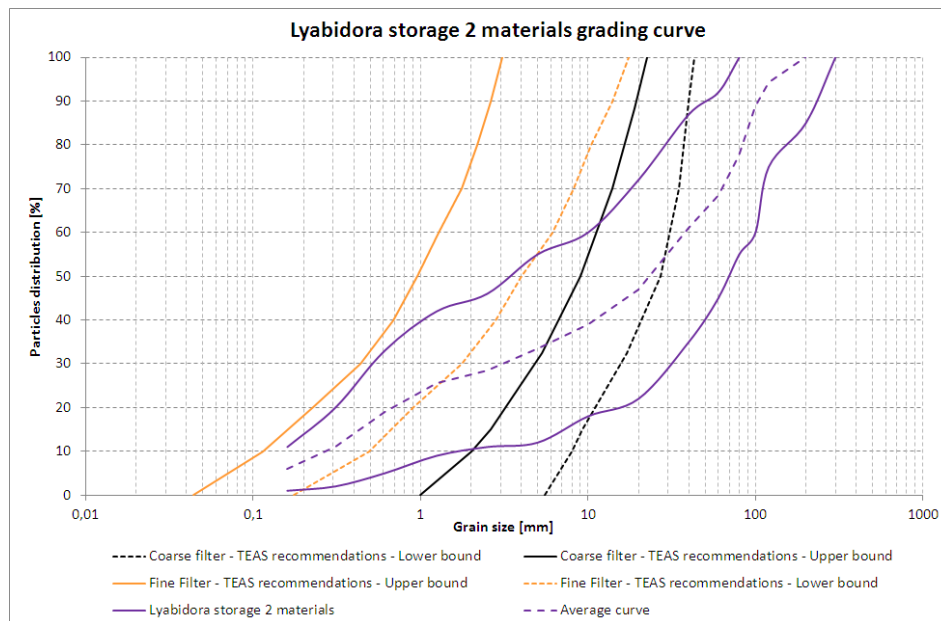


Рисунок 4-18: Фильтрующие материалы – Сравнение с доступными материалами

4.2.3.3 Рекомендации по материалам фильтров

Материалы, уже извлеченные из карьерной зоны Лябидара являются самыми подходящими для использования в качестве фильтрующего материала. Материалы должны быть обогащены, чтобы соответствовать спецификациям гранулометрического состава, следуя классическим дробильно-сортировочным процессам. Следует отметить, что карьерная зона Лябидара не будет использоваться больше и оставшийся объем материала может быть легко найден в Карьерной зоне 15.

Испытания должны быть проведены, определяя и подтверждая следующие параметры в приоритете:

- Испытания проницаемости,
- Морозостойкость,
- Испытания уплотнения,
- Предел прочности на сдвиг / Прочность на сжатие..

4.2.4 Материалы боковой призмы

Материал призмы подлежит той же процедурой проектирования. Удержание относительно фильтра тонкой очистки должно быть преимущественно испытано.

4.2.4.1 Предварительная корректировка кривой гранулометрического состава

Кривая гранулометрического состава призм, определенная ИГП и полученная из отчетов (ИГП Гидропроект 2009), показывает максимально допустимый размер частиц в 1 000 мм.

Исходя из последней информации, касающейся материалов наносов плеч, было понятно, что материалы больше 700 мм должны были быть удалены и исключены от размещения на плечах плотины из-за ограничений конвейерной линии. Кроме того, это ограничение в размере в соответствии с требованиями размещения, которые ограничивают максимальную толщину размещения слоев, чтобы получить достаточное количество уплотнения слоев, а также обеспечить хорошее однородное уплотнение.

Кривые гранулометрического состава откорректированы, чтобы учесть требование ограничения до 700 мм размера частиц.

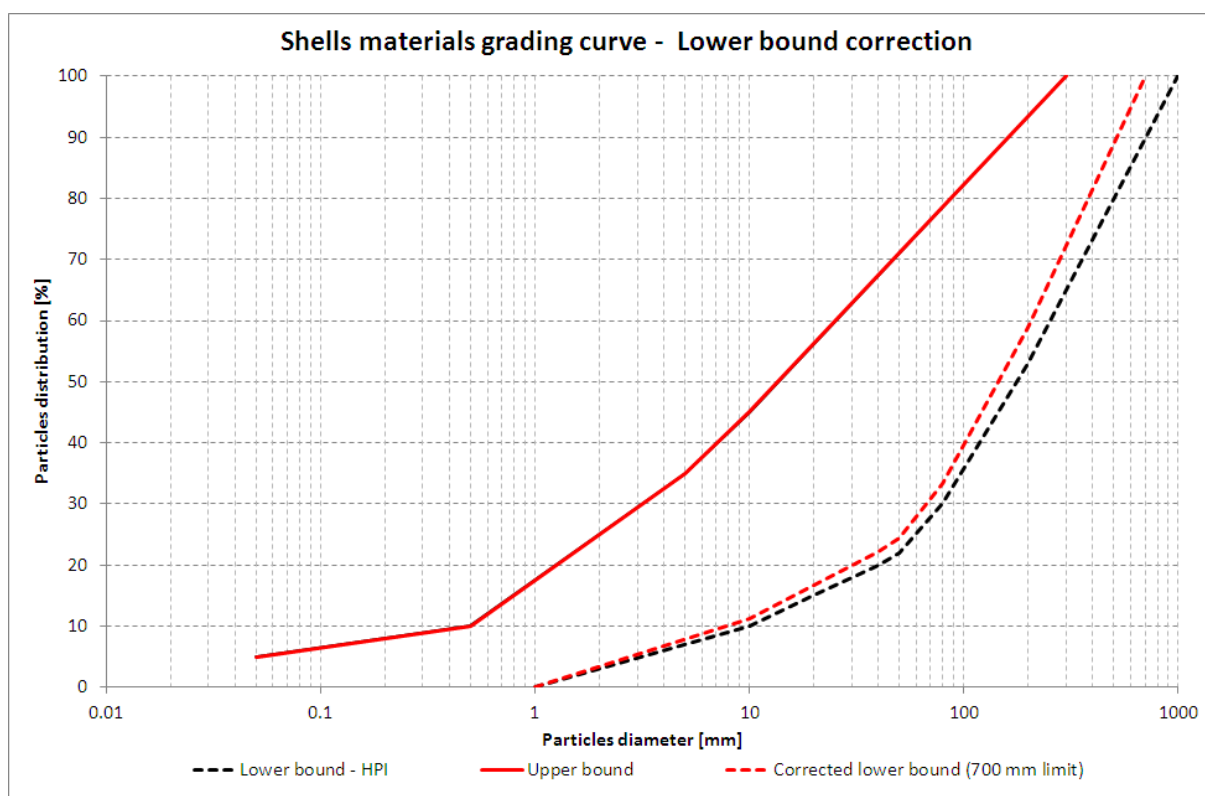


Рисунок 4-19: Материалы боковой призмы – Корректировка нижней границы (предельная до 700 мм)

4.2.4.2 Критерий удержания

Фильтр грубой очистки является базовой почвой категории 4 согласно Таблица 4-1. Критерий удержания заключается в следующем:

$$D_{15} \leq 4 \cdot d_{85}$$

D_{15} материалов боковой призмы ограничен между 0.8 мм и 17 мм, значение 17 мм сохраняется. d_{85} базового материала (фильтр грубой очистки) ограничен между 18 мм и 39 мм, с более низким значением, подлежащем сохранению. Критерий удержания следующий:

$$D_{15} \leq 72 \text{ mm}$$

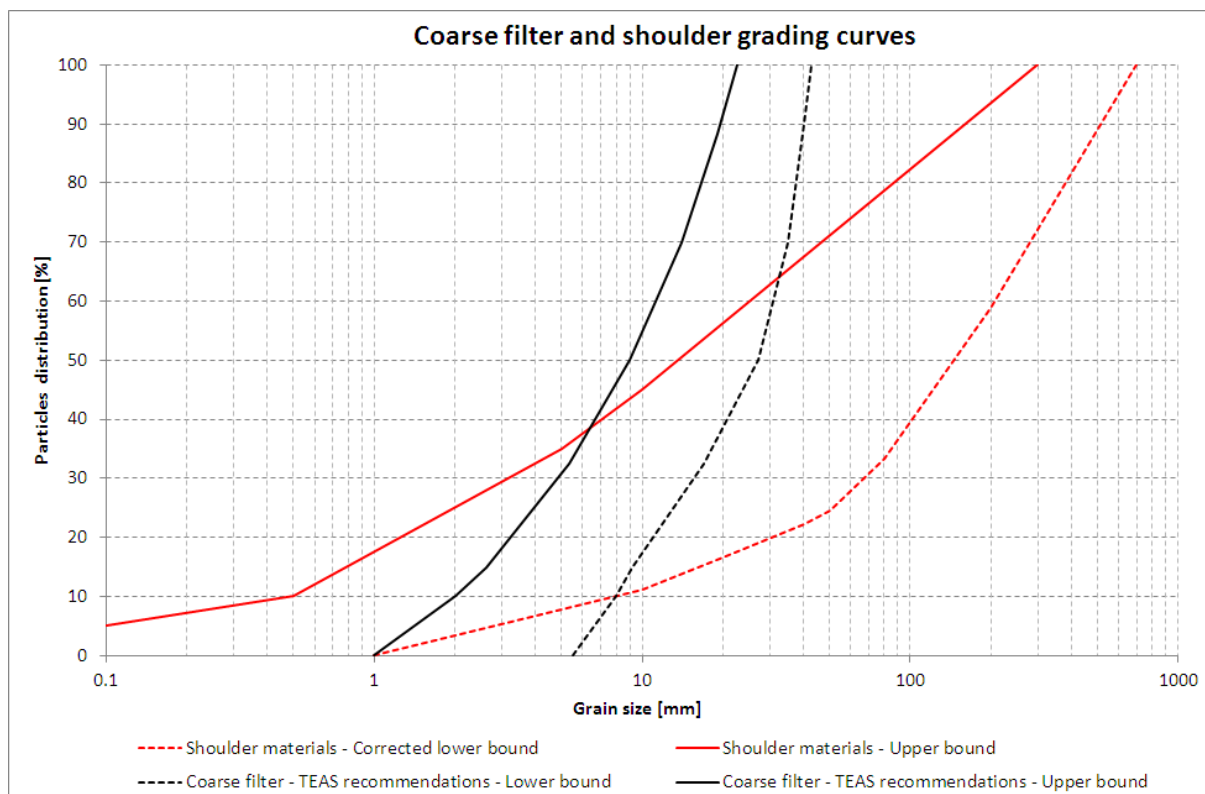


Рисунок 4-20: Кривые гранулометрического состава боковой призмы и фильтра грубой очистки – рекомендации ИТЭО

Кривая гранулометрического состава соответствует критерию удержания. Граница ниже может быть изменена, чтобы достичь значения D_{15} до 70 мм не нарушая критерий удержания. Эта функция может быть предусмотрена при необходимости в дальнейших этапах проекта

4.2.4.3 Критерий сегрегации

Критерий сегрегации не удовлетворяется кривой гранулометрического состава, определенной в настоящее время. Следует отметить, что в таком большом диапазоне кривой, трудно построить гранулометрический состав, удовлетворяющий этот критерий.

Решением, как избежать явления сегрегации при размещении материалов является создание всеобъемлющих процедур размещения и уплотнения, а также регулярных инспекций. По этой причине, площадь взаимодействия с фильтром грубой очистки, подвергается особому вниманию.

4.2.4.4 Особая процедура размещения

Для зоны боковой призмы в прямом контакте с фильтром грубой очистки, ограничение больших валунов может быть рекомендовано в качестве особенного свойства размещения. Первым грубым подходом был бы учесть, что во время процесса размещения, самые большие валуны (> 500 мм) удалены механическим способом из первых 10 до 15 метров в контакте с плоским фильтром грубой очистки, и распределены в остальном слое плеча. Детали этой процедуры должны быть определены в дальнейших исследованиях проекта.

4.2.4.5 Рекомендации по материалу боковой призмы плотины

В соответствии с результатами предыдущих исследований и имеющейся информации о характеристиках материалов, материалы из аллювия карьерной зоны 15 кажется в хорошем соответствии со спецификацией гранулометрического состава, и не представляют серьезных проблем. Лабораторное и испытание на местах должны следовать международным стандартам. Некоторые широкомасштабные испытания могут быть проведены относительно прочностных характеристик, так как материалы содержат крупные частицы, в существенном количестве.

Преимущественно следующие испытания должны быть проведены:

- Испытания на морозостойкость,
- Испытания на уплотнение,
- Трехосные испытания / крупномасштабные устройства сдвиг.

4.2.5 Материалы каменной наброски

4.2.5.1 Рекомендуемые кривые гранулометрического состава

Как определено ИГП, материал каменной наброски определен кривыми гранулометрического состава, приведенными на следующем рисунке:

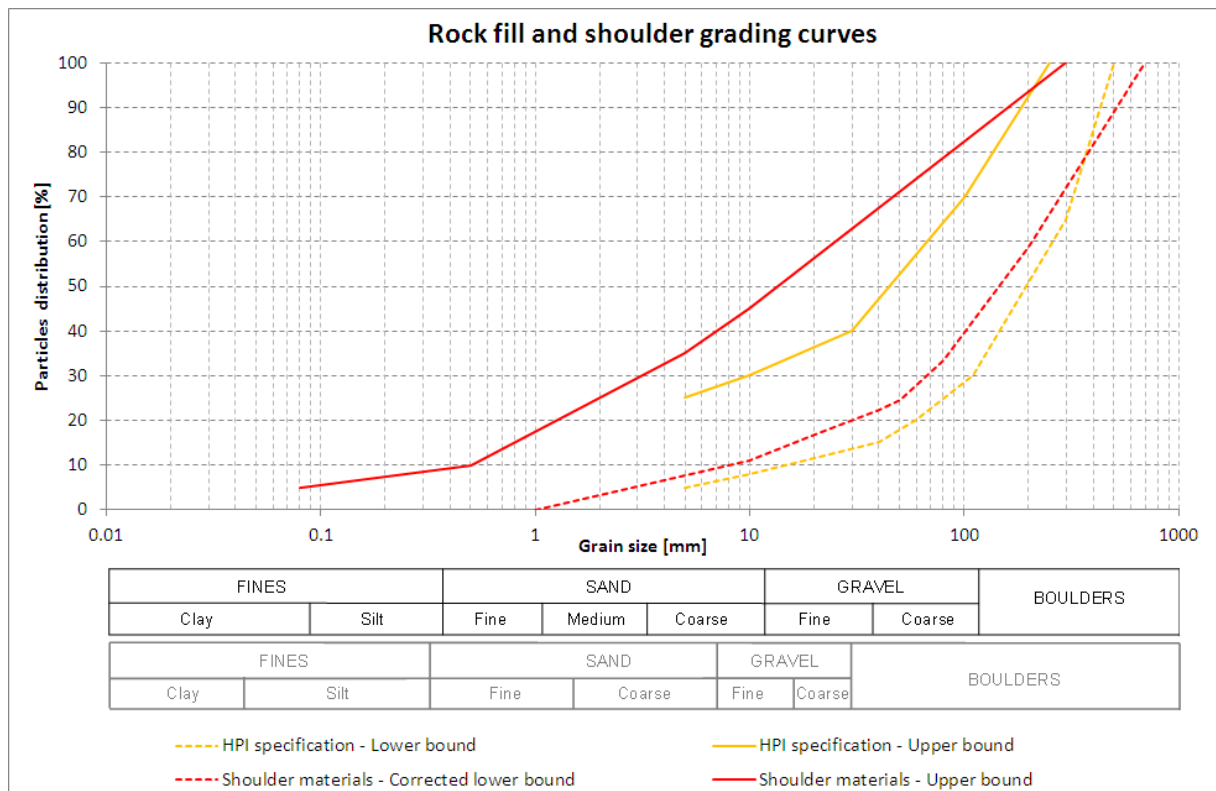


Рисунок 4-21: Кривые гранулометрического состава материалов каменной наброски и боковой призмы

Как определено ИГП, каменная наброска ограничена до 500 мм. Никаких обоснований не было обнаружено по этой функции. Оттуда, и для того, чтобы оставаться в соответствии с материалами боковой призмы, максимальный размер увеличивается до 700 мм, что также в соответствии с определением гранулометрического состава материалов породы призмы (ИГП Гидропроект 2010).

Функцией каменной наброски является стабилизировать сооружение плотины, но также необходимо допустить изменение уровня водохранилища (увеличиться и уменьшиться) без сохранения высокого порового давления. Для этой характеристики, проницаемость этого материала должна быть адаптирована. Ограничение минимального размера материала составляет 5 мм, что соответствует этой цели.

ICOLD - CIGB (ICOLD - CIGB 1993) рекомендует для каменной наброски ограничить тонкие части до фракций песка и избежать мелких частиц. Рекомендуемое содержание песка составляет максимум 30% до 35%, что в соответствии с настоящей кривой гранулометрического состава.

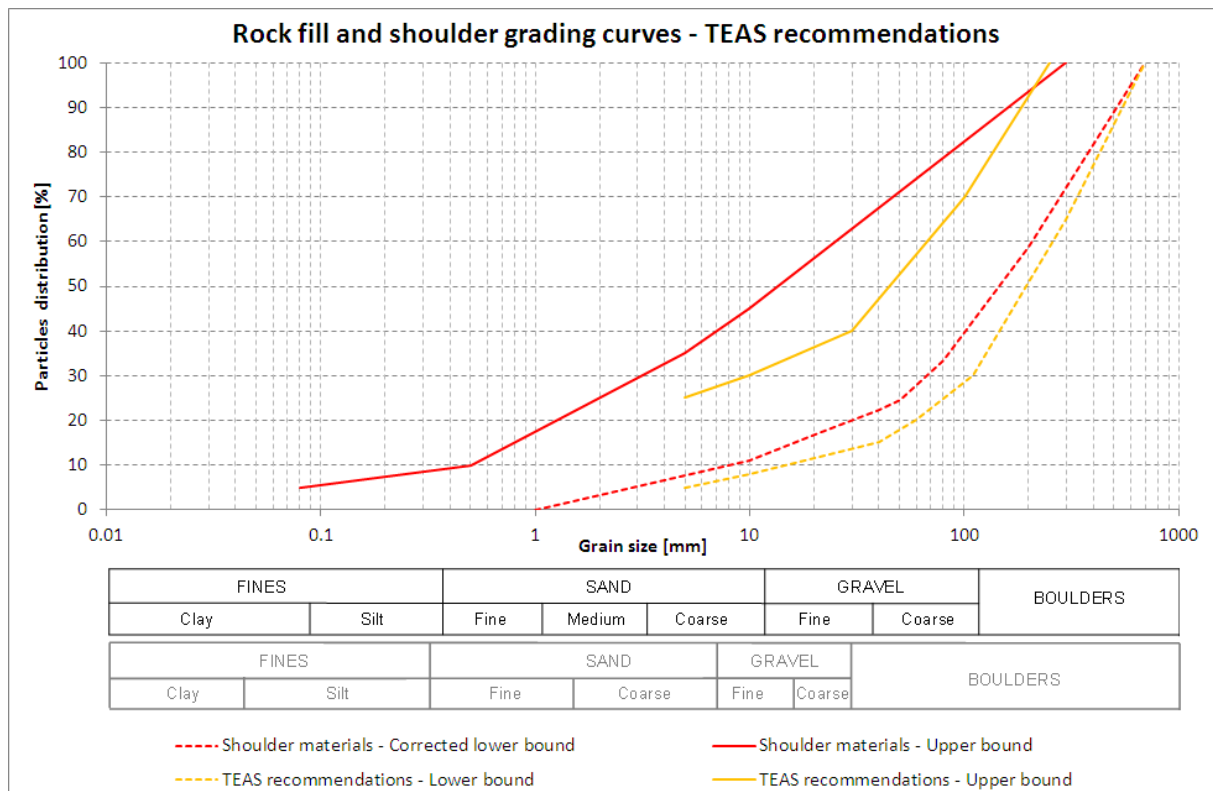


Рисунок 4-22: Кривые гранулометрического состава материалов каменной наброски и боковой призмы – рекомендации ИТЭО

4.2.5.2 Критерий удержания

Функция позволения потоку просачиваться во время снижения уровня водохранилища не должна вмешиваться в функцию удержания относительно материалу боковой призмы.

Материал боковой призмы является базовой почвой категории 4 в соответствии с таблицей 4.1. Критерий удержания заключается в следующем:

$$D_{15} \leq 4 \cdot d_{85}$$

D_{15} материалов каменной наброски не должен превышать 40 мм. d_{85} основного материала (материал боковой призмы) ограничен от 130 мм до 450 мм, при этом более низкое значение будет сохранено. Критерий удержания заключается в следующем:

$$D_{15} \leq 520 \text{ мм}$$

Материал каменной наброски соответствует критерию удержания. Граница ниже может быть изменена, чтобы достичь значения D_{15} до 500 мм не нарушая критерий удержания. Эта функция может быть предусмотрена при необходимости в дальнейших этапах проекта.

Сравнение между кривыми гранулометрического состава спецификации и гранулометрическим составом доступных материалов показывает хорошее сочетание. Ожидаемые обработка и обогащение являются сортировкой, чтобы избежать частиц <5 мм. Максимальное содержание частиц <5 мм составляет 13%. Методы взрывных работ и экстракции должны быть точно определены для того, чтобы снизить содержание частиц <5 мм.

Было бы целесообразно рассмотреть в дальнейших исследованиях возможность использования этих фракций для других частей плотины (как боковой призмы, заполнители для бетона или фильтрующие материалы).

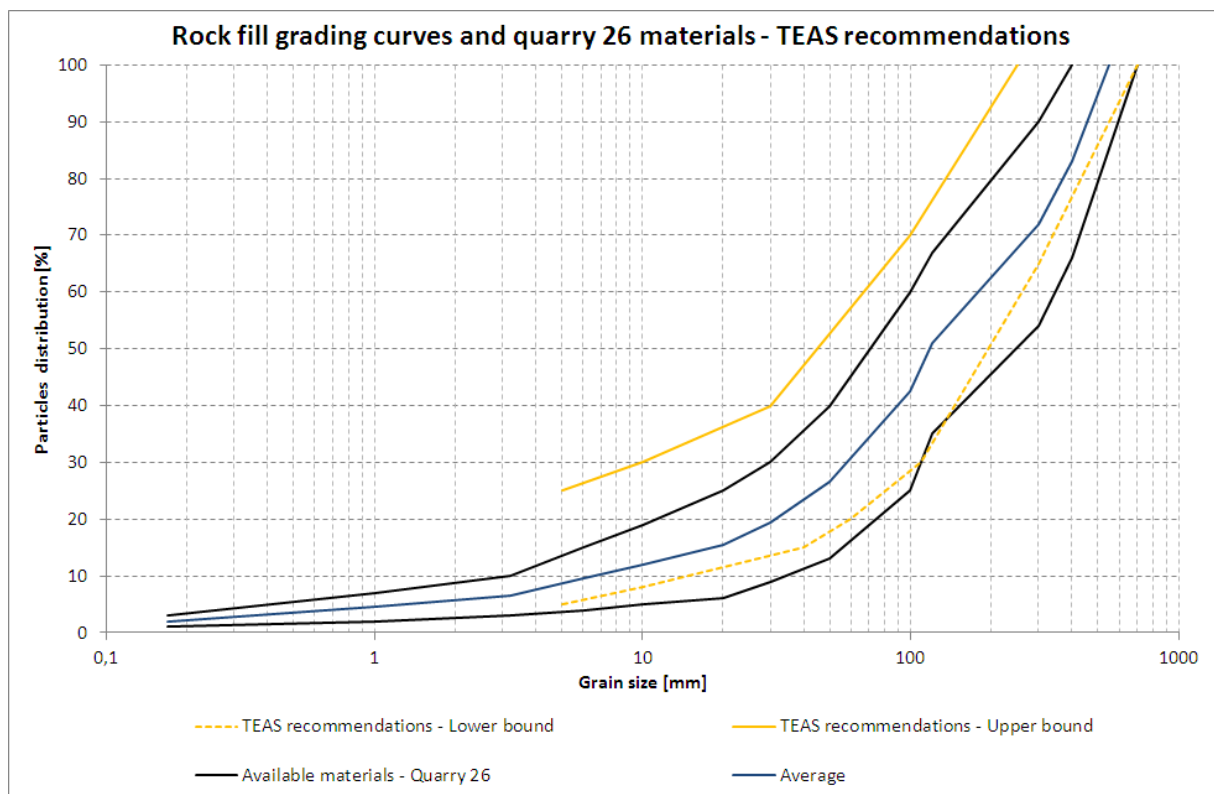


Рисунок 4-23: Рекомендации ИТЭО по кривым гранулометрического состава каменной наброски

4.2.5.3 Рекомендации по испытаниям горной породы

Каменные материалы участвуют в строительстве проекта Рогунской ГЭС в качестве материала призмы для верхнего и нижнего откоса плотины, а также материала для заполнения верхних частей плеч и крепления склонов каменной наброской. Испытания, проведенные до сих пор, касающиеся материалов из карьера 26 позволяют получить предварительную оценку качества породы, но, настоятельно рекомендуется проводить во время дальнейших этапов исследования проекта Рогун, кампанию испытаний для того, чтобы более точно определить следующие свойства:

- Предел прочности на сжатие,

- Водопоглощение,
- Морозостойкость и водонепроницаемость,
- Предел прочности на сдвиг / Прочность на сжатие.
- Как правило, испытания, приведены в Приложении 2.

4.2.6 Материалы каменной пригрузки

Каменная пригрузка, как представлено кривой гранулометрического состава на Рисунок 4-4, была обнаружена в отчете ИГП (ИГП Гидропроект 2008-2009), но не в соответствии с информацией (ИГП Гидропроект 2010) и большой гранулометрический состав (протяженностью от 0,1 мм до 1000 мм) побуждает нас думать, что она является результатом ошибки переписывании.

Во всяком случае, определение каменной пригрузки подвергается определенной процедуре проектирования. Насыпь вверх по течению плотины подвергается агрессивному воздействию динамики волны, а также эффектам замораживания и льда. Каменная пригрузка является защитным слоем больших каменных материалов, разработанных для того, чтобы противостоять этим климатическим воздействиям.

Размеры материалов каменной пригрузки зависят от высоты волн на участке и длины нагона волны. Расчетная высота волны зависит от скорости ветра.

Рассматриваемая скорость ветра рассчитана на период повторяемости в 1000 лет, на основе измерений скорости ветра (ИГП Гидропроект 2009), экстраполированных на желаемый период повторяемости.

Maximum wind velocity			
T [Year]	East [m/s]	North [m/s]	West [m/s]
1	18	12	18
5	22	14	25
10	24	15	28
15	25	16	30
20	26	17	32
<i>Extrapolation ($V_{max} = a \cdot T^2 + b$)</i>			
100	32	20	43
1000	42	26	67

Таблица 4-3: Определение максимального ветра

Направление ветра, вероятно индуцирует волны на плотине в северо-восточном направлении, в соответствии с ориентацией гребня. Рассматриваемая скорость ветра

определяется сочетанием скорости Северными и Восточными скоростями ветра (Период возврата: 1 000 лет), что дает $V_{\text{макс}} = 49 \text{ м/сек.}$

Длина нагона волны является линейным расстоянием между плотиной и самым дальним берегом на водохранилище. На следующем рисунке представлено расстояние нагона волны на участке Рогун:

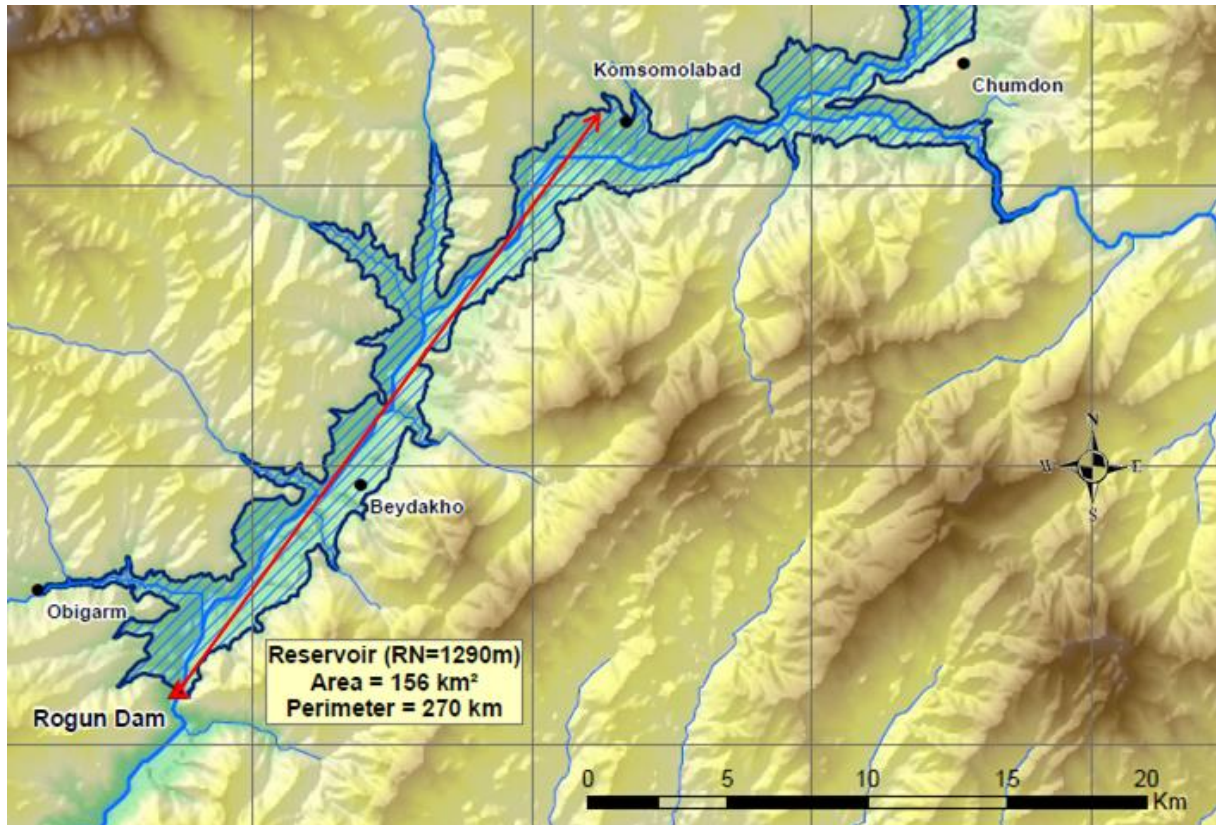


Рисунок 4-24: Определение расстояния нагона волны

Нагон волны, рассматриваемый для водохранилища Рогун, составляет 25 км.

Формула Jonswar (ICOLD - CIGB 1993)) определяет значительные волны на основе скорости ветра и длины нагона волны:

$$H_s = 0.0016 V_w \sqrt{F/g}$$

Полученная высота значительной волны $H_s = 3.9 \text{ м.}$

Блоки каменной пригрузки определяются на основе формулы Hudson (USACE) (ICOLD - CIGB 1993):

$$W_{50} = \frac{1}{K} \frac{\rho_r}{(\gamma - 1)^3} \frac{H_s^a}{(\cot \alpha)^b}$$

W_{50}	характерный вес средних блоков каменной пригрузки
a, b	экспериментальные параметры
K	коэффициент экспериментального повреждения
ρ_r	удельный вес блоков каменной пригрузки
H_s	высота проектной волны
γ	плотность блоков каменной пригрузки
α	угол сооружения насыпи

Рассматривая удельный вес $2\ 600\ \text{кг/м}^3$ и угол насыпи 22.6° (соответствующий 1/2.4 склона), полученный средний вес для блоков каменной пригрузки составляет **$W_{50} = 600\ \text{кг}$** .

Размер блоков каменной пригрузки выведен из полученного веса с помощью следующей формулы:

$$D_{50} = \left(\frac{7 W_{50}}{5 \rho_r} \right)^{1/3}$$

Средний размер каменной пригрузки составляет **$D_{50} = 685\ \text{мм}$** .

На основании этого результата, кривая гранулометрического получена с учетом этого узкого, однородного гранулометрического состава. Ограничивая блок каменной пригрузки до небольшого диапазона размеров, чтобы получить самую эффективную защиту для укрепления верхнего склона.

Следуя (ICOLD - CIGB 1993), минимальные и максимальные размеры блоков определяются на основе W_{50} :

$$W_{\text{мин}} = 0.25 W_{50}$$

$$W_{\text{макс}} = 4 W_{50}$$

Размеры каменной пригрузки приведены в Таблица 4-4.

Основные размеры блоков каменной пригрузки		
D_{мин} [мм]	D_{макс} [мм]	D_{сред} [мм]
450	1 100	685

Таблица 4-4: Основные размеры блоков каменной пригрузки

Рекомендуемые кривые гранулометрического состава между 450 мм и 1 100 мм.

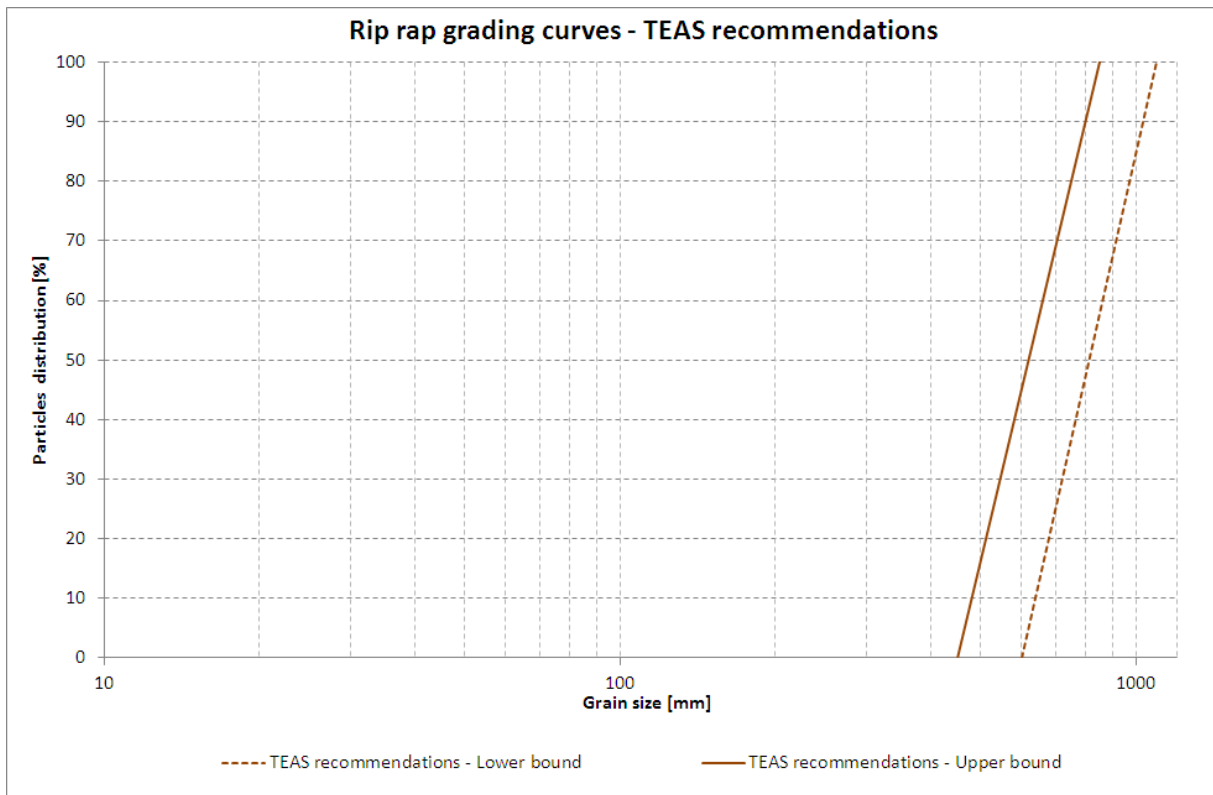


Рисунок 4-25: Кривые гранулометрического состава каменной пригрузки – рекомендации ИТЭО

Взрывные методы на карьере 26 должны быть определены для достижения спецификаций гранулометрического состава. Сортировка должна быть применена, чтобы избежать каменных блоков меньше, чем 450 мм или более 1 100 мм для размещения на плотине.

5 БЕТОН

Следующий пункт предназначен для разработки предварительного набора испытаний и критериев для бетона и его компонентов. Подробные технические характеристики будут представлены на стадии детального проектирования.

Важно обеспечить наилучшее качество бетона, что должен быть применен на проекте Рогунской ГЭС. Сооружения проекта Рогунской ГЭС включают в себя различные виды железобетонных конструкций, а условия участка особенные, так как он представляет агрессивную сульфатную воду.

В ссылке (ИГП Гидропроект 2009), сообщается, что проверка бетона проводилась до 1989 года и включает, что качество бетона не всегда соответствовало требованиям, особенно в отношении сульфат стойкости. Кроме того, отмечено, что лабораторная база для последующего производства бетона считались недостаточными для такого большого проекта. После этого осмотра, кажется, что лабораторное оборудование было улучшено (см. (посещение участка консорциумом ИТЭО с 7 по 17 ноября 2012 года)).

Критерии, которым бетон подвергается из-за его прочности, водонепроницаемости, устойчивости к экстремальным погодным условиям. Для проекта Рогунской ГЭС, агрессивная вода и морозостойкость также требуются.

Производство бетона должно обуславливаться протоколами тестирования, что применяются к заполнителям, цементу, воде, добавкам, а также бетону. Предварительная программа тестирования должна проводиться до начала строительных работ, и должна включать определение следующих параметров:

- = Доля заполнителей в смеси,
- = Дозировка цемента,
- = Соотношение воды и цемента,
- = Технологичность бетонных смесей,
- = Прочность на сжатие и на разрыв,
- = Плотность,
- = Свойства цемента,
- = Характеристики заполнителей,
- = Свойства воды для смешивания.

Сопутствующие испытания должны проводиться, пока смеси бетона не достигнут требуемых характеристик от проекта.

Бетон должен быть испытан, по стандартам ASTM по бетону. Технические требования и методы испытаний определены в (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам 1998). Можно упомянуть основные испытания и стандарты спецификаций.

- **Бетонные образцы** для испытания должны быть выполнены для каждой смеси, предложенной для различных классов бетона, следуя стандарту C31/31M.96 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам –Том 04.02 1998),
- **Прочность на растяжение** должна быть испытана по C496.96 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам - Том 04.02 1998),
- **Испытания усадка конуса бетонной смеси** должны проводиться, следуя C143/C143M.97 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам -Том 04.02 1997),
- **Сроки схватывания бетона** должны быть определены по C403/403M.9 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам – Том 04.02 1998),,
- **Статический модуль упругости и коэффициент Пуассона бетона при сжатии** должен определяться согласно C469.94 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам – Том 04.02 1998),
- **Содержание воздуха свежего бетона** определяется в соответствии со стандартом C231.97 (ASTM -Американское общество по испытанию и материалам – Том 04.02 1998),
- **Несколько испытаний прочности на сжатие** доступны и описаны в (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам 1998). Выбор соответствующего испытания должен быть сделан в соответствии с типом испытываемого бетона. Можно назвать стандарт C39.96 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам – Том 04.02 1998).

Программа пробных испытаний должна быть определена на период строительства с целью регулярной оценки качества бетона и его компонентов, на всех этапах изготовления бетона (обработка заполнителей, качество цемента, качество воды, протоколы смешивания, качество размещения...).

Требования к инертным материалам, указанные ниже, основаны на стандартах ASTM по наполнителям бетона (C33.86 - Стандартные спецификации по инертным материалам для бетона 1986).

Свойства бетона должны быть доказаны, что останутся неизменными, даже при длительных сроках, агрессивными водами участка (сульфата, соли и т.п.).

5.1 Инертные материалы

Оба мелкие и крупные инертные материалы должны быть проверены, следуя строгим методам, установленным и определенным в стандартах ASTM (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам – Том 04.02 1986). Следующие параметры должны быть проверены, и рекомендуется, чтобы процедуры и связанные с ними методы должны следовать стандартам ASTM:

- **Отбор проб должен следовать стандарту D75 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам – Том 04.02 1986) и D3665 (D3665 - Стандартная практика по отбору проб 1986),,**

- **Форма частиц должна быть обычно сферической или кубической.**

Количество плоских или удлинённых частиц не должно превышать 20% по весу. Плоская или удлинённая частица определяется как та, в которой ширина к толщине (отношение длины к ширине) больше, чем 3.

- **Петрографическая проверка** должна следовать стандарту (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам – Том 04.02 1998),
- **Определение гранулометрического состава и мелкозернистости** должно следовать стандарту C136 (C136 – Метод модулей гранулометрического состава и мелкозернистости 1986),,
- **Определение количества частиц мельче 75 мкм** должно следовать стандарту C117 (C117 - Метод Стандартного испытания для материалов тоньше 75 мкм сита в минеральных инертных материалах путем промывки s.d.),,
- **Значение эквивалентное песку** определяется в соответствии со стандартом D2419 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам -Том 04.02 1981),,
- **Органические примеси** должны определяться в соответствии со стандартом C40 (C40 - Стандартный метод испытаний для органических примесей 1986),

При необходимости, эффект органических примесей может быть проверен в соответствии со стандартом C87.83 (C87.83 - Стандартный метод испытаний для эффекта органических примесей в мелких заполнителях на прочность раствора 1986),

- **Герметичность инертных материалов** должно быть испытано в соответствии со стандартом C88 (C88.83 - Стандартный метод испытания на герметичность агрегатов с использованием сульфата натрия или сульфата магния 1986),,
- **Наличие глиняных комков и рыхлых частиц** должно быть испытано в соответствии со стандартом C142 (C142 - Стандартный метод испытаний для глинистых комков и рыхлых частиц 1986),
- **Наличие угля и лигнита** должно быть испытано в соответствии со стандартом C123 (C123 - Стандартный метод испытаний для угля и лигнита 1986),
- **Истирание** больших и малых грубых заполнителей должно быть испытано в соответствии со стандартом C131 / C535 (C131 / C535 - Стандартный метод испытаний для истирания крупных заполнителей 1986),
- **Испытания по замораживанию и оттаиванию** должны проводиться в соответствии со стандартом C666 (C666 - замораживание и оттаивание - Процедуры испытаний 1986)
- **Щелочно-кремнистая реактивность** заполнителей должна быть испытана следуя стандарту C289.07 (C289.07 - Стандартный метод испытания для потенциальной щелочно-кремнистой реактивности заполнителей (химический метод) s.d.), C227.97a (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам - Том 04.02

1998), C1260.94 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам – Том 04.02 1998) в зависимости от вида испытываемых заполнителей.

Если необходимо, щебеночный заполнитель может быть использован. Возможность использования щебня должна быть определена на стадии пробной смеси, а также оптимальная пропорция щебня относительно природного заполнителя. Природные и щебеночные заполнители должны быть запасены и дозироваться отдельно.

Вредные вещества

Заполнители не должны содержать вещества, которые могут ухудшить качество бетона, атаковать арматурную сталь или уменьшить связь между цементом и заполнителями. Следующие вещества рассматриваются как вредные: суглинок, глина, кусочки с большими полостями, пенообразные или стекловидные части, и органические материалы, такие как верхний слой почвы, корни, дерево, уголь, бурый уголь и др. Вредные вещества и связанные с ними испытания определены в стандартах ASTM C-117, C-142, C-123, C-40. В сомнительных случаях последствия вредных веществ устанавливаются по тестам C87.83 (C87.83 - Стандартный метод испытаний для эффекта органических примесей в мелких заполнителях на прочность раствора 1986)..

Мелкие заполнители для использования на бетон, который будет подвержен смачиванию, длительное воздействие влажной атмосферы, или в контакте с влажным грунтом не должны содержать материалы, которые являются вредно реактивными с щелочами в цементе в количестве, достаточном, чтобы вызвать чрезмерное расширение раствора или бетона.

Мелкозернистые инертные материалы

Требования гранулометрического состава

Гранулометрический состав мелкозернистых заполнителей должен контролироваться и ограничиваться в зависимости от класса бетона. Следующая рекомендация для гранулометрического состава дается как общее указание и будет подвергаться корректировке в соответствии с типом бетона:

Гранулометрический состав [мм]	Процент прохождения [%]
9.5	100
4.75	95 до 100
2.36	80 до 100
1.18	50 до 85
0.6	25 до 60
0.3	10 до 30
0.15	2 до 10

Таблица 5-1: Спецификация гранулометрического состава по мелкозернистым заполнителям

Модуль мелко зернистости мелких заполнителей рекомендуется в диапазоне от 2.3 и 3.1 (некоторые исключения приемлемы для специального применения бетона. Подробнее см. (СЗЗ.86 - Стандартные спецификации для заполнителей бетона 1986)).

Крупные заполнители

Крупные заполнители должны состоять из гравия, гравийного щебня, щебени, или их комбинаций, соответствующих спецификации.

Требования гранулометрического состава

Грубые заполнители должны контролироваться и ограничиваться в зависимости от класса бетона. Следующая рекомендация для гранулометрического состава дается как общее указание и будет подвергаться корректировке в соответствии с типом бетона:

Nominal Size (Sieves with Square Openings)	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square-Openings), Weight Percent												
	4 in. (100 mm)	3½ in. (90 mm)	3 in. (75 mm)	2½ in. (63 mm)	2 in. (50 mm)	1½ in. (37.5 mm)	1 in. (25.0 mm)	¾ in. (19.0 mm)	½ in. (12.5 mm)	⅜ in. (9.5 mm)	No. 4 (4.75 mm)	No. 8 (2.36 mm)	No. 16 (1.18 mm)
3½ to 1½ in. (90 to 37.5 mm)	100	90 to 100	...	25 to 60	...	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
2½ to 1½ in. (63 to 37.5 mm)	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
2 to 1 in. (50 to 25.0 mm)	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...
2 in. to No. 4 (50 to 4.75 mm)	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	...	0 to 5	...	...
1½ to ¾ in. (37.5 to 19.0 mm)	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...
1½ in. to No. 4 (37.5 to 4.75 mm)	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	0 to 5	...	...
1 to ½ in. (25.0 to 12.5 mm)	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...	...	...
1 to ⅜ in. (25.0 to 9.5 mm)	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	...	...
1 in. to No. 4 (25.0 to 4.75 mm)	100	95 to 100	...	25 to 60	...	0 to 10	0 to 5	...
¾ to ⅜ in. (19.0 to 9.5 mm)	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	...	...
¾ in. to No. 4 (19.0 to 4.75 mm)	100	90 to 100	...	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...
½ in. to No. 4 (12.5 to 4.75 mm)	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	...
⅜ in. to No. 8 (9.5 to 2.36 mm)	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5

Таблица 5-2 Спецификация гранулометрического состава по крупным заполнителям

5.2 Цемент

Проект Рогуня включает большое количество различных видов бетона. Очень важно иметь надежного поставщика цемента, что позволит производить все сорта высококачественного бетона.

Осмотры бетона показали, что воздействие агрессивных сульфатов было серьезной проблемой для разрушения бетона (ИГП Гидропроект 2009). В контакте с бетоном, сульфатов вступают в химическую реакцию с гидроксидом кальция и алюминатом кальция. Обе эти реакции приводят к расширению и разрушению бетона. Такая деградация угрожает долгосрочной службе железобетонных конструкций и может стать причиной недостатка безопасности.

Сульфат стойкий портландцемент требуется для бетона, который будет подвергнут сульфатной агрессии. Спецификации ASTM C150.89 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам –Том 04.01 1989) различает восемь типов портландцемента, среди которых *тип V* представляет собой высокое сопротивление свойствам сульфата. Этот тип цемента настоятельно рекомендуется для бетона, который будет подвергнут агрессивному сульфату.

Технические условия для типа цемента относятся к стандартным физическим и химическим требованиям. Методы испытания, которые будут использоваться для проверки этих требований определяются стандартами ASTM для цемента (раздел 4, том 04.01).

Следует отметить, что стандарт C183.88 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам -Том 04.01 1989) направлен на определение и обобщение процедур отбора проб и испытаний гидравлического цемента.

Как ориентировочная информация, следующие ASTM стандарты рекомендуется соблюдать для цемента:

- **Технические условия для портландцемента** C105.89 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам - Том 04.01 1989),
- **Отбор проб и приемка** для портландцемента по C183.88 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам -. Том 04.01 1989),
- **Плотность гидравлического цемента** должна быть испытана в соответствии с C188.84 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам -. Том 04.01 1989),
- **Содержание воздуха** должно быть испытано в соответствии с C185.88 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам -. Том 04.01 1989),
- **Теплота гидратации** должна быть испытана в соответствии с C186.86 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам -. Том 04.01 1989),
- **Модуль мелко зернистости** портландцемента определяется, следуя C115.96 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам -. Том 04.01 1989), или C204.84 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам -. Том 04.01 1989),
- **Потенциальное расширение** заполнителей портландцемента, подверженных воздействию серы C452.89 (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам -. Том 04.01 1989),,

5.3 Содержание воды

Вода, используемая для приготовления бетона должна подвергаться критерию и методам испытаний, установленных *ASTM C1602M Стандартная спецификация для смешивания воды, используемой в производстве гидравлического цементного бетона*. Общее содержание взвешенных частиц в воде должно быть проверено и химические тесты (рН, сульфат, хлорид ...), должны быть выполнены. Критерии о сульфатах, хлоридах, щелочи и мутности должны соответствовать стандарту ASTM C1602/C1602M.06.

6 РАЗМЕЩЕНИЕ МАТЕРИАЛА

6.1 Рекомендации по размещению материалов

Следующие общие руководящие принципы для испытаний уплотнения соответствуют (USACE, EM 1110-2-2300 - Общие положения проектирования и строительства для земляной и каменно-набросной плотины 2004).

Плотность, проницаемость, сжимаемость, и прочность непроницаемых и полунепроницаемых (например, материал ядра) материалов зависят от содержания воды во время уплотнения.

Проектирование и анализ участка насыпи требует, чтобы прочность на сдвиг и другие инженерные свойства заполняющего материала определялись на плотностях и содержаниях воды, которые будут получены в ходе строительства. В целом, содержания воды размещения для большинства проектов будет находиться в диапазоне от 2% сухого до 3% влажного оптимального содержания воды, как это определено стандартным тестом на уплотнение (USACE, EM 1110-2-1906 - Лабораторное тестирование почвы 1986). Более узкий диапазон будет необходим, если материалы ядра имеют кривые уплотнения с острыми вершинами.

Предпочтительно, для процедур, используемых в уплотнении материалов каменной наброски, что должны быть выбраны на основании испытаний, на которых толщины подъема, количество проходов, и типы уплотнительного оборудования (типы виброкатков ...) исследованы. Согласно (USACE, EM 1110-2-2300 - Общие положения проектирования и строительства для земляной и каменно-набросной плотины 2004), максимальный размер частиц не должен превышать 90% от толщины слоев уплотнения в каменной наброске.

Кажется неизбежным, провести комплексную кампанию испытаний на экспериментальной насыпи для того, чтобы определить и оптимизировать условия размещения и связанное с ними оборудование.

6.2 Избегание сегрегации

Сегрегация это явление, которое появляется при работе с материалами с большим гранулометрическим составом. Сегрегация вызывает неоднородное распределение материалов по размеру, с крупными частицами с тенденцией к столкновению. Такое явление является чрезвычайно опасным, поскольку это ставит под угрозу непосредственно характеристики (по отношению к проницаемости, функций удержания) материалов ядра, фильтров и боковых призм, а также может создать предпочтительные каналы инфильтрации воды в тело плотины.

Материалы фильтра, боковые призмы и ядра не должны разделяться во время строительства. Обработка, перемещение, накопление, повторная разработка, демпинг, распространение или уплотнения материалов плотины должна проводиться, чтобы минимизировать сегрегацию. Методы строительства должны быть указаны, планироваться, выполнены и подтверждены непрерывным контролем и полевым испытанием, чтобы гарантировать, что сегрегация не ставит под угрозу работу фильтров, ядра или боковых призм.

Строгий контроль сегрегации на каждом этапе управления материалами является обязательным. Для этой цели, план контроля качества (ICOLD - CIGB 1986), касающийся всех этапов строительства и управления материалами должен проводиться во время строительства.

План контроля качества является процессом и организацией, которым качество строительства получено с помощью визуального осмотра, контроля и записи тестирования и отчетов. План должен включать в себя разработку плана инспекции, определяя стандартные испытания контроля, частоту тестирования, технические контрольные таблицы, учета и анализа результатов тестов и процедур отчетности.

7 ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ МАТЕРИАЛОВ

7.1 Необходимые объемы материалов

Объемы материалов, необходимых для строительства плотины в соответствии с планом Консорциума ИТЭО следующие для варианта с отметкой гребня в 1300 м над уровнем моря:

	Часть плотины	Объем
	<i>[-]</i>	<i>[м³]</i>
1	Ядро	6 992 490
2 - 3	Фильтры тонкой очистки	5 621 610
	Фильтры грубой очистки	
4	Материалы боковых призм	43 063 864
5	Каменная наброска /каменная призма	17 365 059
6	Каменная пригрузка	554 675
7	Бетонная плита под ядром	561 445
Всего	<i>(за исключением бетонной плиты)</i>	73 597 698

Эти объемы соответствуют объемам, уплотненным и помещенным в тело плотины.

7.2 Оценка потерь материала

Первая оценка потерь и коэффициентов расширения / сжатия была проведена в (ИТЭО консорциума 2013). Результаты суммированы в таблице 7-1 с адаптациями объемов материалов по отношению к рекомендациям консорциума ИТЭО по конструкции плотины:

Карьер/Карьерная зона		Карьер 15	Лябидара	Карьер 17	Карьер 26 а	Карьер 26 б
Тип материала		Галечник	Галечник	Суглинок	Камень	Камень
Необходимый объем для плотины (схема ИТЭО) [Млн. м ³]		43.1	5.6	7.0	5.9	12.0
Коэффициент плотности	%	9%	9%	15%	10%	10%
Потери при транспортировке	%	0.1%	0.1%	0.1%	2.1%	2.1%
Процент потери из-за плохой качество материала	%	12%	2%	4%	10%	10%
Козф. увеличения после выемки	%	12%	12%	20%	35%	35%
Общий коэффициент	%	90%	101%	100%	108%	108%
Объемы на местах в карьерной зоне/ карьере в отношении требуемых объемов	[Млн. м ³]	47.7	5.6	7.0	5.5	11.1
Объемы в карьерах [млн. м ³]	Исходный общий объем	75.6	5.0	17.0	5.5	18.0
	Извлеченный объем	22.0	4.0	2.5	0.8	0.0
	Эквивалентный извлеченный объем в карьере	27.6	4.6	3.1	1.2	0.0
	Нынешний объем	48.0	0.4	13.9	4.3	18.0

	карьере					
Остаточный объем в карьере после извлечение всех необходимых объемов	[Млн. м ³]	27.9	-0.6 (*)	10.0	0.0	6.9

Таблица 7-1: Оценка необходимых объемов для строительных материалов

(*)

Следует отметить, что только карьер Лябидара содержит недостаточное количество материалов, чтобы обеспечить фильтрующие материалы. Во всяком случае, недостающие 1,6 млн. м³ должны быть извлечены из карьера 15 (аналогичные материалы) и обрабатываться в целях соблюдения спецификаций для фильтрации. Это было подтверждено Заказчиком.

Эти коэффициенты/проценты были предоставлены со стороны Барки Точик согласно измеренным данным на участке (Тојик 2012).

Принимая во внимание предполагаемые потери при добыче, транспортировке и переработке материалов сравнение было сделано между начальным общим объемом карьер (до какой-либо добычи) и необходимым объемом, который будет размещен.

В связи с этим необходимо отметить, что все доступные материалы находятся в достаточном количестве, за исключением материалов Лябидара. Однако, недостающий объем может быть извлечен из карьера 15, который содержит доступное количество за пределы потребностей для боковых призм плотины.

7.3 Материал бетона

Необходимость бетона для проекта в целом была оценена ИГП (ИГП Гидропроект 2009) около 3,1 млн м³. Учитывая бетонную плиту под ядром плотины, определенную в рекомендации ИТЭО консорциума для проекта плотины, а также дополнительные работы по реконструкции, что предстоит сделать, общий объем бетона оценивается примерно в 3.6 млн м³.

В этой связи потребности в бетонных заполнителях могут быть оценены предварительно в 3.6 млн. м³ (с учетом плотности около 2 т/м³).

Согласно последней информации, полученной в ходе встреч мае 2013 года, в офисе Всемирного Банка в Париже, некоторые исследования ведутся для того, чтобы оценить материалы из карьерной зоны 23 (гранит) и использовать их в качестве заполнителей бетона. Эти материалы планируется использовать в качестве заполнителей бетона для нужд после строительства стадии 1.

Согласно той же информации, в настоящее время рассматриваются различные источники заполнителей бетона. Карьер 15А (расположен на правом берегу) по-прежнему содержит 1,2 млн. м³ гравийного материала под уровнем воды. Этот объем в настоящее время предполагается извлечь путем откачки из карьера, и использовать в

качестве заполнителей бетона; этот материал похож на материал карьера 15 при условии выполнения правильной обработки (дробление и сортировка). Также сообщалось, что карьер 23 потенциально пригоден для применения заполнителей бетона и в настоящее время продолжают исследования (май 2013 года).

Чтобы сохранить консервативный подход, было сделано предположение, что заполнители бетона необходимые для строительства будут извлечены исключительно из карьера № 15, и необходимые объемы были учтены в фазе эксплуатации (см. 7.4). Учитывая фактически доступных материалов в карьере № 15 (49 млн. м³) и необходимых материалов для боковых призм (21 млн. м³), подтверждено, что необходимые объемы для заполнителей бетона доступны в карьере № 15.

7.4 Фазирование карьеров и складских помещений

Конкретные меры были необходимы при планировании своевременной добычи строительного материала из карьеров и складских участков, в отношении роста воды водохранилища во время строительства.

Наиболее критические меры, как описано в главе исследований реализации, состоят из использования уже накопленных материалов в LG2 и LG1, но прежде всего, добычи необходимого количества материала из Карьера 15. Только добыча из Карьера 15, кажется, на критическом пути. Это рассматривается в Приложении 2 настоящего отчета.

7.4.1 Эксплуатация карьерной зоны 15

Карьер № 15 является наиболее плодовитым на участке Рогунской ГЭС. Эксплуатация этой карьерной зоны как ожидается, обеспечит преимущественно материалами боковых призм плотины, и решит проблему нехватки материалов из К Лабидара для фильтрующих материалов (1,5 млн. м³).

Карьер разрабатывался в течение нескольких лет, и объем в 22 млн. м³ уже был извлечен и накоплен до сих пор. Остальные работы, что предстоит сделать на этом карьере состоит из добычи 25,5 млн м³ для боковых призм и фильтров плотины. Одним особенным свойством этого карьера является то, что, учитывая плотность аллювиального материала, ограниченное взрывание должно быть использовано, чтобы позволить разрыхлению материала до экстракции (по некоторым данным около 60 кг взрывчатки на 1000 м³).

Кроме того, в соответствии с таблицей 7-1, для 25.5 Млн.м³ материала, размещенного в плотине, 27.8 Млн.м³ должно быть извлечено из карьерной зоны.

Основным вопросом, касающимся этих работ по извлечению, является то, что уровень Карьера №15 является довольно низким и зона будет затоплена, когда уровень воды увеличится. Мы считаем, что все необходимые материалы должны быть извлечены, прежде чем уровень воды поднимется выше отметки 1045 м над уровнем моря. Эта проблема была кратко обсуждена в главе график реализации. Следующий пункт направлен на более точное определение возможного решения вопроса подтопления, и делает первую оценку соотношений извлечения.

Уровень воды начнет подниматься от отвода реки. На следующем графике показана динамика уровня воды на всем протяжении строительства. Ось времени начинается с момента перекрытия реки.

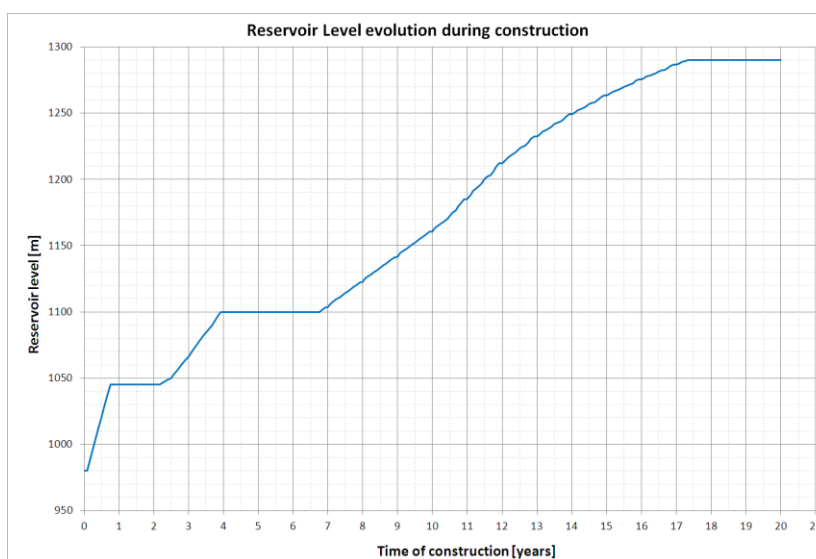


Рисунок 7-1: Развитие уровня водохранилище во время строительства

Как видно на графике, уровень воды поднимается до отметки 1045 м над уровнем моря в самое ближайшее время, поскольку оно соответствует высоте перемычки, что должен быть возведен в течении около 8 месяцев после перекрытия реки.

Учитывая количество извлекаемого материала (около 31,4 млн. м³), необходимо, начать добычу материалов и накопление как можно скорее для того, чтобы не увеличить чрезмерно скорость извлечения и соответствующего оборудования.

Ранняя добыча также обеспечит то, что извлечение материалов, не попадет на критическом пути строительства. Для текущего анализа, предполагается, что добыча начинается во время пред-контрактных работ и должна быть закончена, когда водохранилище достигнет отметки 1045 м н.у.м. Это соответствует возобновлению добычи с момента подтверждения ИТЭО и продолжить добычи материала во время Пред-контрактных работ (фаза 0), начало Основного контракта (Фаза I) и отвода реки (фаза 2 до точки, когда плотина первой очереди контролирует повышения уровня воды). Это даст общий срок в 67 месяцев для извлечения 31,4 млн. м³, дав средний уровень добычи около 5.6 млн м³ в год. В следующей таблице приведена разбивка объемов и темпов на фазу.

	Дата начала	Дата окончания	Границы уровня воды	Доступное время для извлечения	Отметки границы эксплуатируемой зоны		Объемы, которых надо извлечь [млн.м ³]	Скорость выемки [млн.м ³ /год]
	[-]	[-]	[м]	[месяц]	[м]	[м]		
Фаза 0 выемки	Начало пред-контрактных работ	Начало основного контракта	980	21	Мин. уровень	1045	10	5.7
Фаза 1 выемки	Начало основного контракта	Перекрытие реки	980	19	Мин. Уровень	1045	9	5.7
Фаза 2 выемки	Перекрытие реки	Уровень воды при отм. 1045	От 980 до 1045	27	980	1045	12.4	5.5

Таблица 7-2: Предложенные фазы разработки для карьера № 15

Объемы, учтенные в данной таблице покрывают необходимость в материалов для тело плотины, а также заполнителей бетона.

Сделано предположение, что заполнители бетона извлекаются исключительно из карьера № 15, чтобы сохранить консервативный подход и гарантировать осуществимости и доступности необходимых объемов заполнителей бетона на данном этапе исследований.

Согласно информации, предоставленной в ходе встреч в мае 2013 года в Париже, существующие объемы добычи оцениваются в 3 млн. м³/год. Если добыча начинается пред-контрактной стадии, эта скорость выемки должна быть увеличена, по меньшей мере, до 5,7 млн. м³/год, чтобы обеспечить извлечение необходимых объемов. Это сложно, но при правильном развертывании современного оборудования и хорошо организованной логистике, эта скорость может быть достигнута. Так как материал первого затопления является расположенным в самой нижней отметке, добыча в Карьере №15 должен принимать во внимание адекватное управление разработками и доступами в целях обеспечения безопасной и полной выемки нижних слоев до начала затопления.

Упрощенный график строительства, представленный далее, позволяет лучше понять периоды, которые доступны для выемки.

Более того, объемы выемки материалов боковых призм из карьера № 15 можно уменьшить, используя часть объемов выемки полученных при строительстве поверхностного водосброса. Это является целью приложения 4. Данный процесс не рассматривался в отчете Фаза 2 со стороны консультанта, но может быть предложением дальнейшее стадии проекта после подробного изучения.

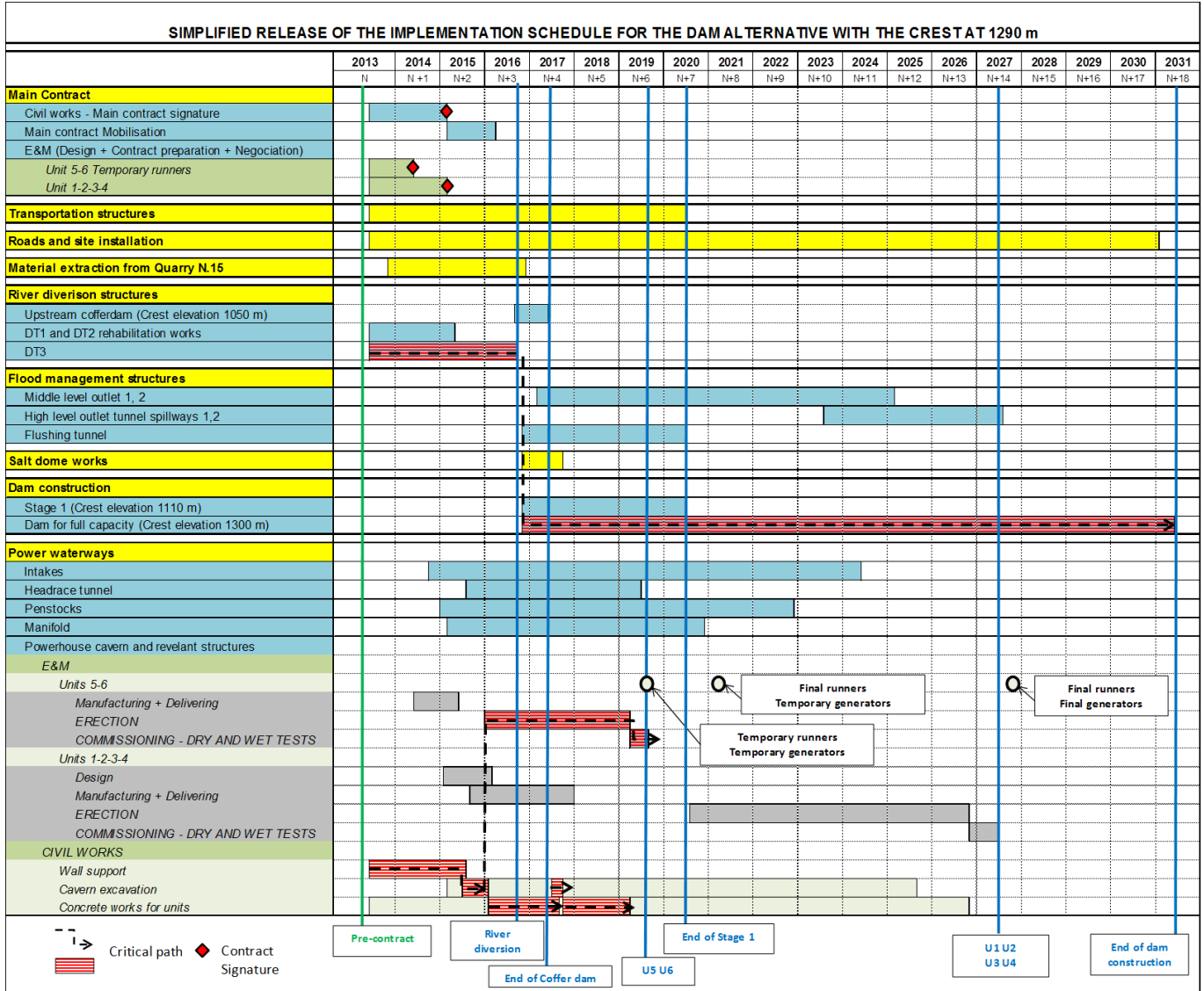


Таблица 7-3: Упрощенный график строительства

8 ЗАКЛЮЧЕНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Объемы, необходимые для плотины доступны в карьерах/карьерных зонах и связанных с ними складах. Материалы фильтров, в преимуществе, должны быть использованы из складов, уже доступных после извлечения из карьерной зоны Лябидара. Объемы недостаточные, однако, на этом складе, а недостающие объемы должны быть извлечены из Карьера № 15, и обрабатываться в целях удовлетворения спецификаций для фильтров. Особое внимание должно быть уделено своевременной добыче материала из Карьера 15, так как эта карьерная зона будет затоплена на ранних этапах строительства.

Необходимые объемы заполнителей бетона покрываются преобладающими материалами из Карьера 15, который представляет большой гранулометрический состав, адаптированный в целях заполнителя бетона, а также с учетом особого обогащения и выбора подходящих материалов.

Что касается материалов ядра, ожидается всесторонний анализ влияния содержания тонкой фракции на водонепроницаемость, чтобы установить необходимое содержание тонкой фракции, и адаптировать процессы, необходимые для соответствия данным требованиям. Опираясь на свой опыт, Консорциум ИТЭО решил, что консервативный подход должен быть принят для этого технико-экономического обоснования. Таким образом, было решено в оценке затрат, что смешивание материалов карьера 17 с мелкозернистыми материалами было сделано для того, чтобы увеличить содержание тонкой фракции, и это на весь материал ядра плотины. Мелкозернистые материалы были определены в достаточном количестве из различных источников.

Содержание влажности карьера 17 также повод для беспокойства, а контроль влажности был принят во внимание при оценке стоимости с учетом особых условий хранения.

Международные стандарты для тестирования и спецификации настоятельно рекомендуются для понимания и облегчения международных торгов. В любом случае, Российские стандарты не ставятся под сомнение, но в случае международного тендера на проект строительства Рогунской ГЭС, понимание международного подрядчика помогло бы, особенно для оценки стоимости и риска при тендере.

Исследования строительных материалов и связанных с ними исследования выявили необходимость всеобъемлющей кампании испытания всех материалов как в лабораторных и полевых условиях на следующей стадии проектирования. Было также достигнуто понимание во время встреч в Париже, что исследования на эту тему были начаты. Лучший момент для проведения этих тестов до тендера по причинам, указанным здесь выше. Стоимость такой кампании остается низкой по сравнению с общей стоимостью проекта, и может представлять собой очень положительный вклад для дальнейших этапов проекта Рогунской ГЭС.

Следующая таблица подытожить, и указывает места основных рекомендаций в отчете:

Основные рекомендации	Раздел отчета
Рекомендованные изменения проектирования плотины	См. отчет RP56
Рекомендованные изменения требования гранулометрического состава для материалов ядро, фильтрующих материалов, каменной наброски.	Для ядра: см.4.2.2.
	Для фильтра: см. 4.2.3.
	Боковые призмы плотины: см. 4.2.4.
	Каменная пригрузка: см. 4.2.5.
	Каменная наброска: см. 4.2.6.
Оценка требования объемов насыпи и доступности.	См. 7.
Рекомендованные дополнительные кампании по испытаниям на основании международных стандартов по всем типам материалов, чтобы подтвердить и оценить прежние результаты.	Материалов ядра: см. 4.2.2.
	Материалов фильтров: см. 4.2.3.3.
	Материалов боковых призм: см. 4.2.4.5.
	Материалов каменной наброски: см. 4.2.5.3 и приложение 2
	По части бетона: см.5
	Размещение материалов и связанные с ними испытания: см. 6
Рекомендованные кампании по отбору проб на местах в карьерных зонах и карьерах для обеспечения определения возможных гетерогенных зон	См. 3.2.3.

Основные рекомендации	Разделы отчетов
Предложенные крупномасштабные испытания на местах по водонепроницаемости, инфильтрация, процедуры размещения материалов и.т.д. для материалов ядра.	См. 4.2.2.2 и 6
Предложенные испытания для точного определения типов сито и дробления необходимые для соответствия спецификациям гранулометрического состава для крупных материалов фильтра.	См. 4.2.3.2

<p>Экспериментальная пригрузка для определения и оптимизации условий размещения материалов и связанных оборудований.</p>	<p>См. 6</p>
--	--------------

Таблица 8-1: Резюме основных рекомендаций

Краткая таблица дающее общие руководства для крупномасштабных испытаний на местах, которые необходимо выполнить для материалов ядра приведен ниже:

<p>Испытания, которые необходимо выполнить для материалов ядро</p>
<p>Испытания на проницаемость</p> <p>Испытания по дисперсности, инфильтрации и сосредоточенной фильтрации</p> <p>Определение параметров уплотнения</p> <p>Индекс пластичности</p> <p>Некоторые из этих испытаний необходимо выполнить по всей распределение гранулометрического состава, что включает в себя использование крупногабаритных оборудований и применение процедуры по испытаниям на местах.</p>

Таблица 8-2: Резюме испытаний, которые необходимо выполнить для материалов ядро

9 ПРИЛОЖЕНИЕ 1- ОБРАБОТКА

Различные процессы по материалам, представленные в отчете, интегрированы в оценку стоимости. Приняты общие предположения, чтобы получить удельную стоимость обработки материалов для плотины, рассматриваются в следующем пункте.

9.1 Материалы ядра

Путем сравнения имеющегося материала из Карьера 17 со спецификацией кривых гранулометрического состава, определенных по ИГП, получается, что без дальнейших испытаний, обработка и обогащение материалов необходимо учитывать при оценке затрат, как консервативный подход. Эти процессы должны быть определены в ходе дальнейших исследований, на основе испытаний. Тем не менее, предварительный подход позволяет учесть, что рекомендуется удаление частиц больше 200 м, для рассмотрения размещения (уплотнения), а также для структурных решений. Содержание мелких частиц, должно быть увеличено в материалах, извлеченных из Карьера 17. Гранулометрический состав материалов должен быть изменен для того, чтобы соответствовать спецификациям. Данный процесс подробно описан в ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – МАТЕРИАЛЫ ЯДРА.

Некоторые испытания были проведены на процессах, чтобы увеличить содержание тонкой фракции (смывка - не описана до сих пор, удаление частиц > 200 мм), но некоторые результаты, проанализированные до сих пор, не доказали эффективность и адекватность этих методов увеличить содержание тонкой фракции природного материала в достаточной пропорции. Кроме того, отсутствие документированной информации и результатов испытаний об этих процессах, особенно в отношении смывки, не позволяет нам делать заключение о пригодности этих процессов обработки для всех материалов ядра.

Содержание тонкой фракции:

Для смешивания тонкого материала с материалом из Карьера 17, объем тонкой фракции необходимо увеличить до тех пор пока достаточная доля содержания тонкой фракции не оценивается до около 10% общего объема или материала ядра. Для ядра плотины примерно 7 млн м³, количество мелких частиц, необходимо будет около 700 000 м³.

Согласно (ИГП Гидропроект 2008-2009) Карьер 21 как сообщается, содержит суглинки, песок и крупные валуны. Выделены два слоя:

- = Первый поверхностный слой, содержащий в основном ил. Объем этого слоя оценивается в 0,24 млн. м³ в соответствии с (ИГП Гидропроект 2008-2009 гг.)

Состав илового слоя	Процент
	%
<0.005 мм	12.2
[0.005 – 0.05 мм]	56.4
[0.05 – 2 мм]	21.5
[5 – 80 мм]	9.9

- Под слоем ила, слой валунов и песка по оценкам содержит около 2,15 млн. м³ (ИГП Гидропроект 2008-2009 гг.)

Состав слоя валунов и песка	Процент %
<0.005 мм	2.3
[0.005 – 0.05 мм]	13.3
[0.05 – 5 мм]	11
[5-120 мм]	46.5
[120 – 1 000 мм]	26.9

Согласно этим таблицам, и учитывая того, что мелкие фракции пригодные для обогащения являются те, которые меньше 0.05 мм, общий доступный объем мелкозернистых материалов из карьера 21 для обогащения материалов ядра является следующее:

Доступные мелкозернистые материалы из К 21	Общий объем	Содержание тонкой фракции	Доступный мелкозернистый материал для обогащения
	[млн.м ³]	[%]	[млн.м ³]
Иловый слой	0.24	68.6	0.16
Слой из песка и валуна	2.15	15.6	0.34

Обзор источников мелких материалов, имеющих в районе створа плотины и потенциально полезный для этой цели, был проведен, на основе информации, предоставленной Рогунской ГЭС во время встреч в Париже (май 2013 года). Эти данные суммированы в следующих пунктах.

Карьерные зоны 11, 20 и 21 (расположены на правом берегу), как сообщается, содержат большое количество мелких материалов потенциально необходимых для обогащения перспективных материалов, из Карьера 17. Это в основном лесс или продукты выветривания, составляющие верхние слои отложений. Количества, оцененные согласно новым разведкам, что упоминались, следующие:

= Карьер 11: 46.7 млн. м³,

= Карьер 21: 50.8 млн. м³.

С учетом этой новой информации, доступный объем мелкозернистого материала будет более чем 9 млн м³, следовательно, достаточный для обогащения материала для всего ядра плотины.

Также необходимо подчеркнуть, что поверхностные месторождения лесс очень распространены по всему участку, и даже если эти предположения будут выглядеть оптимистичными, другие источники доступны на некоторых других расстояниях.

Другим потенциальным источником тонких материалов может быть сам Карьер 17. Действительно, общие доступные материалы составляют 17 млн. м³, а необходимое количество для плотины составляет около 7 млн м³. Остальные 10 млн м³ можно обработать с целью получения тонкой фракции и использовать как обогащение материала для ядра. Такая обработка может обеспечить до 1 млн. м³ (10%) мелких частиц.

Дальнейшие исследования по материалам ядра должны быть направлены на эти решения, и сделать подробное сравнительное исследование стоимости каждого из них, и определить оптимальную схему обогащения материала ядра, если это необходимо. Следует напомнить, что обогащение всех материалов ядра предусмотрено, только если дальнейшие испытания материалов Карьера 17 заключат, что содержание тонкой фракции слишком низкое, чтобы соответствовать спецификациям.

Дальнейшие исследования по материалам ядра должны включать в себя всеобъемлющее тестирование проницаемости и дисперсности для обеспечения того, чтобы обрабатываемый материал соответствовал спецификациям. Нормы ASTM точно описывают условия и протоколы этих испытаний, и интерпретацию результата. Подробное описание методов испытаний см. (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам -. Том 04.08 1995) и (ASTM - Американское общество по испытанию и материалам -. Том 04.08 1995).

Можно заключить, что в самом неблагоприятном случае (в котором все материалы Карьера 17 должны быть обогащены с мелкими частицами из другого карьера), подходящие материалы являются потенциально доступны в достаточном количестве вблизи створа плотины.

Содержание влаги:

Вторым вопросом о материалах К17 является высокое содержание влаги в природных материалах.

Согласно последней информации, полученной в ходе встреч мае 2013 года, контроль влажности и обработка материалов осуществляется с помощью особой схемы накопления, описанной на следующем рисунке.

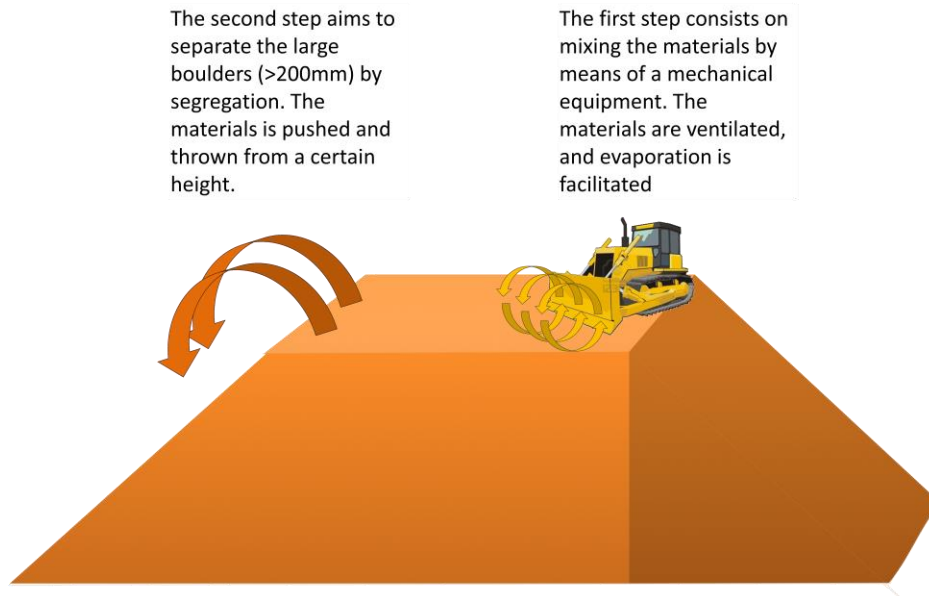


Рисунок 9-1: Складирование и технологическая схема материалов Карьера 17

Материалы находятся на складах в больших кучах высотой в несколько метров. Затем материалы смешивают механически. Эта операция позволяет гомогенизации материала и способствует испарению.

Второй этап состоит в продвижении материалов вниз кучи, для того, чтобы разделить его и отделить крупные частицы (> 200 мм). Было сообщено во время заседания в мае 2013, что этот метод был эффективным в снижении содержания влаги и гомогенизации материалов, но некоторые оговорки должны быть выражены, так как нет точных результатов тестов, и эффективность этого метода для большого количества материалов еще предстоит доказать.

9.2 Материалы фильтров

Фильтрующие материалы представляют точные спецификации гранулометрического состава, и материалы Карьера Лябидара не вписываются в эти кривые гранулометрического состава. Обработка и обогащение, что будут осуществлены состоят из отбора и дробления материалов, с тем чтобы ограничить кривые гранулометрического состава до заданных границ, что является стандартной практикой в проектах земляной плотины. Эти затраты на обработку были включены в смету проекта.

9.3 Материалы боковых призм и каменной наброски

Материалы боковых призм и каменной наброски не подвергаются тяжелым обработкам и обогащению, поскольку гранулометрический состав этих материалов соответствует относительно хорошо спецификациям гран. состава. Следующий рисунок извлечен из отчета (Южный-инженерный-центр май 2011 года) и показывает два примера кривых гранулометрического состава, полученных по накопленным материалам Карьера 15 по сравнению с спецификациями кривых, определяемых ИГП, которые очень близки к тем, рекомендованным консорциумом ИТЭО.

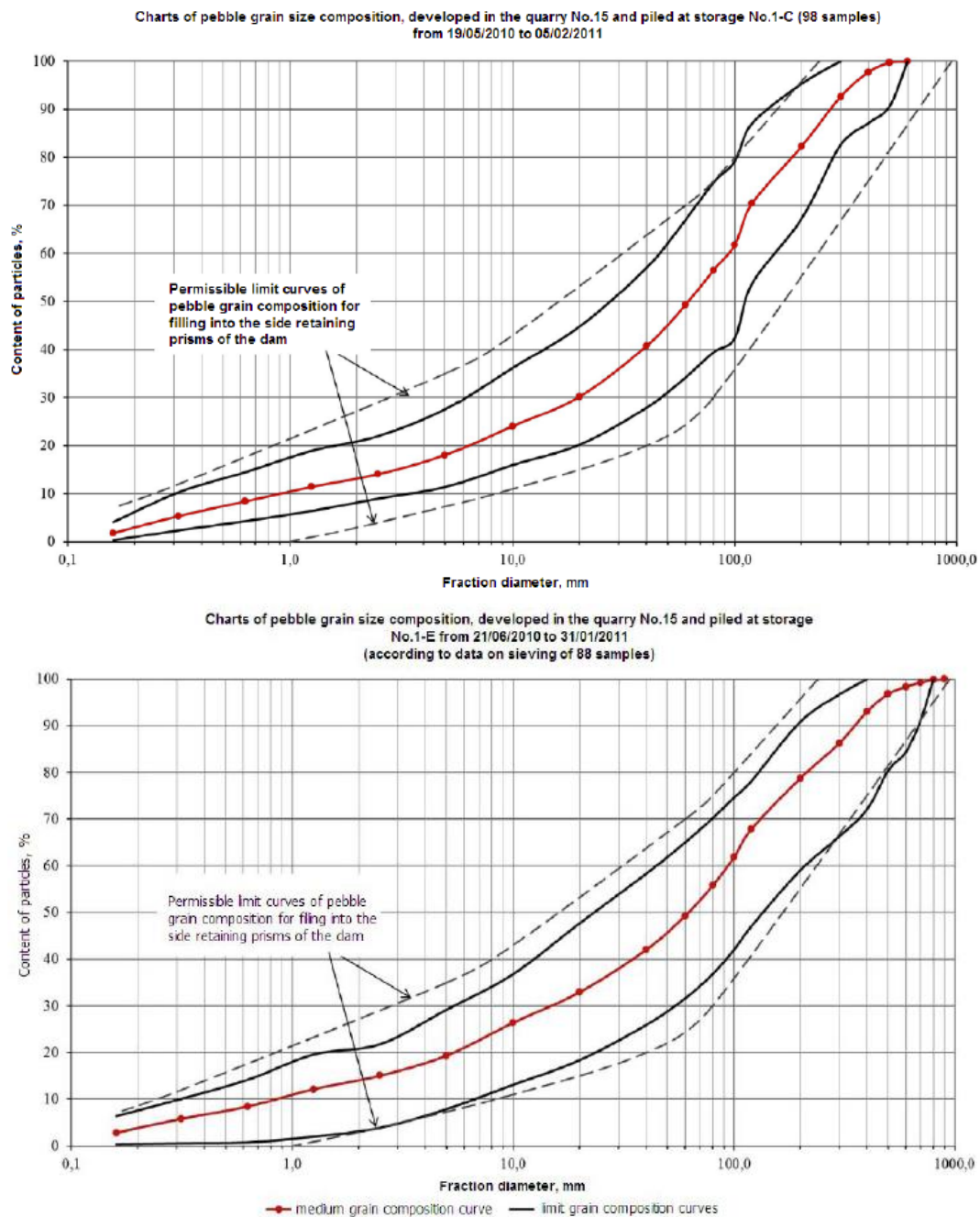


Рисунок 9-2: Кривые гранулометрического состава доступных материалов – Карьер 15

Кривые гранулометрического состава имеющихся материалов относительно хорошо соответствуют кривым спецификации. Никакого особого тяжелого процесса не должно быть реализовано систематически для материалов из Карьера 15, за исключением избегания валунов >700 мм. Учитывая, что эти большие валуны составляют менее 2-3% от общего объема, они должны быть удалены при помощи регулярного визуального осмотра во время добычи и транспортировки на склады. Эта проверка должна быть определена как часть программы мониторинга материалов плотины.

Что касается материалов каменной наброски, методы взрывных работ и извлечения должны быть определены на основе тестов на местах для того, чтобы получить наиболее подходящий гранулометрический состав. Частицы <5 мм должны быть удалены для применения призмы и каменной наброски в соответствии с 4.2.5.

Материалы каменной пригрузки, которые представлены крупными валунами (в диапазоне от 450 мм до 1 100 мм), особый выбор подходящих материалов будет осуществляться на карьере 26. Это не связано с конкретным оборудованием или механическим тяжелым процессом.

10 ПРИЛОЖЕНИЕ 2 – МАТЕРИАЛЫ ЯДРА (ПРЕДПОЛОЖЕНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ЗАТРАТ)

а) Общее

Следующие консервативные свойства материалов были рассмотрены в оценке затрат, которые будут отрегулированы во время следующих фаз исследований, когда будут проводиться детальные исследовательские компании.

Предполагался, что ядро состоит из смеси суглинок и мелкозернистых материалов. В целях оценки затрат, предполагался что смесь состоит на 90% из суглинок и на 10% из мелкозернистых материалов. Суглинок берется из карьера № 17 и кавальера LL3, в то время как мелкозем берется из карьерной зоны 11. Эта была консервативной предположение для расчета увеличения цены, если вся объем ядра должна будет обогащена с мелкозернистых материалов.

Отсутствие данных относительно карьерной зоны № 11, включает гипотезы о свойства материалов и особенно содержание влаги, что сообщается очень высокой, вовлекая процедуры по осушению при обработке данного материала перед транспортировкой на пригрузку.

Кроме того, суглинки содержат валунов до 200 мм по размеру, которых надо исключить перед их транспортировки на плотины. Объем валунов был оценен приблизительно 10% от объема на месте.

б) Осушение суглинок

Снижение содержание влаги суглинок предполагался с использованием следующей методике по строительству:

- = Выемка маленьких параллельных дренажных канав с интервалом приблизительно 20 м;
- = Придание формы поверхности карьера таким образом, чтобы достичь приблизительно 10 уклона в сторону продольных дренажных канав;
- = Размещение пластиковой мембраны вдоль канав толщиной около 3 мм;
- = Размещение тонкой армированной пластиковой мембраны над уклонов в виде полос с шириной около 5 м в конце первого сухого сезона и фиксирование того же с маленькими мешками песка;
- = Свернут полос мембраны во время последующего сухого сезона таким образом, чтобы суглинок мог терять часть влаги;
- = Развернуть полос мембраны в первоначальную позицию перед началом последующего сезона дождей.

в) Осушение мелкозернистых материалов

Снижение содержание влаги мелкозернистых материалов предполагался с использованием следующей методике по строительству:

- = Удаление почвенного слоя как необходимо;

- = Культивация слоя мелкозема глубиной около 40 см в летнее время и оставить материал осушится до содержания влаги, которое будет установлена лабораторией;
- = Удаление и сваливание в кучу осушенных слоев мелкозема с бульдозерами;
- = Погрузка мелкозема колесными погрузчиками и транспортировка материала в кавальеров расположенные в ближайшем участке;
- = Повторять вышеуказанные операции, чтобы складировать достаточный объем материалов необходимые для строительства ядра плотины до следующего сухого сезона;
- = Укрытие кавальеров с тонкой армированной пластической мембраной.

г) Погрузка и просеивание суглинок

Погрузка и просеивание суглинок производится в соответствии со следующего строительного метода:

- = Выемка суглинок путем бульдозеров 153 кВт и 179 кВт и перемещение материалов в стороны пластины конвейерных погрузчиков;
- = Погрузка с помощью ленточных погрузчиков оснащенными конвейерными лентами размером 48" x 45' (ширина x длина) и вибрирование сито установленное на ее конце;
- = Разделение гранильных материалов превышающие 100 мм от мелких частиц путем вибрирование сито;
- = Погрузка отсортированного крупного материала путем колесных погрузчиков с объемом ковша 3.10 м³;
- = Транспортировка отсортированного крупного материала к отвалу или кавальеру путем карьерных самосвалов грузоподъемностью 36.60 т;
- = Транспортировка мелкозернистого суглинка в плотину.

д) Транспортировка и размещение суглинка

Суглинок транспортируется к место пригрузки путем самосвалов грузоподъемностью 36.6 т и разгружается на поверхности ранее уплотненного слоя оставляя набор близких друг от друга куча.

Такие кучи суглинок сначала уравнивается путем бульдозеров 153 и 179 кВт оснащенные универсальными лопатками для достижения приблизительных слоев около 27 см после уплотнения а потом уплотняется автогрейдерами мощностью 103 кВт для получения более однородной поверхности и требуемой толщины.

е) Погрузка, транспортировка и размещение мелкозернистого материала

Погрузка мелкозернистого материала производится с использованием колесных погрузчиков с объемом ковша 3.10 м³ и транспортируется к месте насыпи путем 24 т самосвалов.

Мелкозернистый материал разгружается в разгрузочный бункер разбрасываемый глиной механизм предвиденного для размещения материала над слоем суглинка с равномерным слоем толщиной в 3 см после уплотнения.

ж) Смешивание и уплотнение суглинка с мелкозернистым материалов – предполагаемый метод

Предполагался следующий метод для установления единицы цены смешивания и уплотнения перед размещением материала в ядро. Это должно быть определено более точно в стадии детального проектирования, но кажется разумным предположением для оценки затрат на данном этапе исследований.

Наложенные друг над другом слои суглинка и мелкозернистого материала, размещенные как описывалась ранее в пункте 9.12.5 и 9.12.6 смешиваются посредством двух полных проходов стабилизаторов грунтов мощностью 245 кВт работающий при скорости около 30 м в минуту.

Сыпучая горная порода слоев ядра уплотняется восьми (8) проходами барабанными виброкотками имеющие линейную нагрузку вдоль уплотняющего барабана 44 кг/см для получения слоев толщиной в 30 см.

11 ПРИЛОЖЕНИЕ 3 – ОСНОВНЫЕ ИСПЫТАНИЯ НА МАТЕРИАЛАХ КАМЕННОЙ НАБРОСКИ

Некоторые испытания могут быть проведены, чтобы определить эти свойства. Согласно USACE (USACE, EM 1110-2-2302 - Строительство с крупными камнями 1990), следующие критерии определяются для оценки пригодности материалов каменной наброски. Следует отметить, что результаты предельных тестов указывают наиболее часто необходимость в дополнительных испытаниях, для окончательной оценки. Каждый критерий грубо описан:

- **Петрография:** Кристаллическая блокировка, без минералов глин, никаких растворимых минералов.

Хотя петрографическая проверка часто является необходимой для оценки пригодности и потенциальной долговечности породы, она ограничена качественной, нежели количественной оценкой. Петрографическая проверка определяет состав и однородность образцов и их общее физическое состояние, и должна признать потенциальное разделение плоскостей. Особое внимание должно быть уделено указаниям механического или химического выветривания породы или наличие глинистости.

- **Удельный вес:** обычно рекомендуются типы породы в диапазоне от 2,2 т/м³ до 2,5 т/м³ или выше.

Ниже этого диапазона удельных весов, прочность породы имеет тенденцию к снижению обратно пропорционально увеличению пористости.

- **Поглощение:** Рекомендуемые значения менее 1%.

Поглощение воды является общим предшественником износа камня, и тест на поглощение особенно полезен для выявления уязвимости. Значения поглощения, превышающие 2% в общем предлагают потенциальные проблемы долговечности. Значения в диапазоне от 1% до 2% являются общими для пригодных и непригодных одинаковых каменных материалов, и, следовательно, эти значения менее критичны. Поглощение ниже 1% обычно указывает на камень хорошего качества.

- **Испытание материала на сопротивление выветриванию.** Испытания, подвергающие породу тяжелым химическим обработкам, предназначены выявить слабые места в укороченном времени. Несходство по сравнению с естественным выветриванием иногда является источником беспокойства в переводе результатов лабораторных исследований в оценки характеристик камня. Оба испытания сульфата и гликоля относительно простые и недорогие, но особое внимание должно быть уделено результатам интерпретации и, транспозиции в условиях естественного выветривания.

- **Устойчивость магнезия сульфат:** Рекомендуемое значение менее 1% потерь.

Образцы, смоченные в растворе сульфата магнезия, развалятся, когда раствор попадет в слабые плоскости или трещина, а затем кристаллизуется при нагревании и сушке. Существенным недостатком этого теста на большой камень является то, что образцы ломаются от большого камня весом около 100 г каждый. Поломка и сегрегация устранят слабые места при подготовке образца, и результаты испытаний, как правило,

слишком благоприятна. Тем не менее, потеря более 10% обычно указывает на некачественный камень.

- **Устойчивость Этиленгликоль:** Рекомендуемые результаты без ухудшения за исключением незначительных крошек с поверхности.

Данный метод используется для обнаружения присутствия надутых глинистых минералов и обеспечивает индикацию тяжести ухудшения камня, что следует ожидать в процессе эксплуатации. Этиленгликоль входит в структуру глинистого минерала и вызывает быстрое расширение.

- **Истирание (Лос-Анджелес тест):** Рекомендуемые значения менее 30% потерь на 500 оборотов.

Тест на истирание Лос-Анджелес следует методу CRD-C 145. Тест полезен при определении сопротивления камня к истиранию и износу, а также обеспечивает индекс прочности, долговечности и наличия зарождающихся трещин. Грубо говоря, потери менее 30% для 500 оборотов, как правило, считаются удовлетворительными в то время как потери более 40% показывают вероятное низкое качество породы.

- **Замораживание-оттаивание:** Рекомендуемые результаты с менее чем 10% потерь в течение 12 циклов.

Этот тест является обязательным для материалов каменной пригрузки и каменной наброски, так как климатические условия на участке Рогуна представляет суровые зимы с замораживающими условиями, в которые порода будет подвергаться на регулярной основе. Тест имитирует воздействия холодной окружающей среды, вызывая многочисленные циклы замораживания и оттаивания через ванну с водой и спиртом. Количество циклов, которым образец подвергается и общую интерпретацию результатов следует определять по точным нормам или на основе международной спецификации. Число циклов, обычно превышает 10, иногда происходит до 50 или более, в зависимости от местного климата или созданного метода. Разрывам вдоль слабых поверхностей следует уделять особое внимание, так как их воздействие зачастую недооценивается.

- **Смачивание сушка:** Рекомендуемые удовлетворительные результаты, когда не появляется никаких больших прогрессирующих трещин.

Никакого реального опыта нет, согласования результатов количественного испытания и поведения камня на месте. Значительное суждение должно быть осуществлено даже в описаниях масштабирования и шелушения, случайного растрескивания ... Фотографии особенно полезны для характеристики породы и ее поведения по отношению к износу.

- **Испытание на падение:** Удовлетворительные результаты, когда не наблюдается растрескивания или раскола.

Испытание на падение обеспечивает немедленную оценку пригодности очень больших каменных материалов, а также потенциально полезно для контроля качества. Для сравнения, испытанный камень (и) должны быть сброшены из ковша или автогидроподъемника, или другими средствами с высоты половины среднего диаметра камня на жесткую поверхность или второй камень сопоставимого размера. Сброс другими камнями с грузовика, как правило, неудовлетворительная практика. Камень

следует тщательно изучить перед тестированием, а также позже. Критерии разрушения являются разработки новых трещин, открытие старых трещин и потеря мелких кусочек с поверхности.

- **Отделение:** Удовлетворительные результаты, когда никакой поломки или трещин не наблюдается после 1 сезона цикла.

Испытание отделения является особенно хорошим методом, предупреждая будущие проблемы с ухудшением камня. Как правило, крупные камни отделяются в карьере и сразу рассматриваются и сфотографируются. Эти образцы исследуются и сфотографируются снова после заданного периода выдержки. Камень, который выдерживает без признаков ухудшения, может быть рассмотрен для принятия. Наблюдения из отделенного воздействия потенциально полезны в определении материалов, нуждающихся в отверждении. Один недостаток этого теста в том, что требуется длительный период воздействия, то есть, предпочтительно год или больше.

- **Взрывные испытания:**

Пробный тест или взрывное испытание является широкомасштабным испытанием, чтобы подтвердить или продемонстрировать, что методы недоказанного источника и карьера способны производить желаемые продукты из большого камня. Подтверждение проходит через камень учтенный по размеру и с визуальным осмотром продукта. Некоторые части источника могут быть проверены, чтобы продемонстрировать однородность по большой площади. Вариации взрывных моделей и методов должны быть исследованы, чтобы гарантировать, что выбран оптимальный способ подрыва.

12 ПРИЛОЖЕНИЕ 4 = ВЫЕМКА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ВОДОСБРОСА

Получаемый объем выемки при строительстве поверхностного водосброса очень велик. Резюме объемов, необходимых для каждого варианта приведена в таблице ниже. Упомянуто, что предлагается построить поверхностный водосброс по этапно: первый этап строительства соответствует модулям необходимые в момент сдачи в эксплуатации плотины. Последний этап строительства соответствует структурам необходимые в конце жизненного цикла проекта, когда плотина Рогунской ГЭС заполняется наносами и тоннели выходят из строя.

Таблица 12-1: объемы выемки для поверхностного водосброса

	Альтернатива 1290 мнум	Альтернатива 1255 мнум	Альтернатива 1220 мнум
Первый этап строительства	11.3 млн. м ³	13.5 млн. м ³	7.3 млн. м ³
Окончательный этап строительства	14.7 млн. м ³	17.8 млн. м ³	

Рассмотренный объем в оценке затрат являются те которые соответствуют первым этапом строительства, т.е. необходимые объемы предстоящей выемки до начало ввода в эксплуатации плотины.

Следующий предварительный консервативный подход был рассмотрен для оценки затрат имея ввиду плохую качеству выемки с данной зоны:

- Материалы выемки поверхностного водосброса полностью размещается в особой отвальной зоне. Предполагается, что данная зона находится на расстоянии 4.5 км от участка строительства поверхностного водосброса (см. рисунок ниже для предварительного определенного участка).

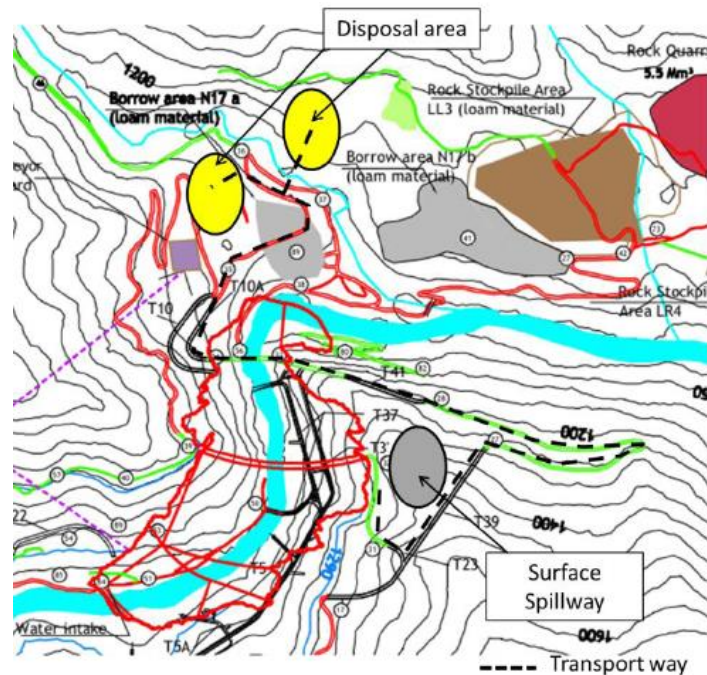


Рисунок 12-1: Зона отвала для материалов выемки поверхностного водосброса

- Данный материал не может быть использован из-за его механического свойства. Однако учитывая больших объемов выемок участка строительства водосброса, стоила бы в рамках следующей фазы исследований изучить до какой мере, часть этих объемов можно положить в тело плотины для тех зон структурные свойства материалов не требует гарантировании устойчивости плотины.
- В качестве предварительного подхода выявленные зоны на следующей схеме (V1 и V2) являются зоны тело плотины, которые менее критические для общей устойчивости плотины. Две объемы V1 и V2 соответственно части ядра с верхнего и нижнего бьефа были определены для размещения материалов выемки. Объем V2 в верхнем бьефе расположен между плотиной первой очереди и ядра. Объем V1 в нижнем бьефе расположен достаточно далеко от пяты плотины, чтобы не влиять на устойчивость плотины.

Был проведен анализ чувствительности с h варьирующиеся между 0 м и 100 м, чтобы оценить потенциальные объемы, которые могли бы быть размещены в тело плотины. Значение h будет представлен путем проведения детального анализа устойчивости, чтобы убедиться, что данный слабый материал не был размещен в тех зонах, где подлжит критическому влиянию.

Для высоты около 75 м, который позволить материал не подвергаться критическому скольжению, общий объем материала, который мог бы быть размещен составляет около 4 млн. м³ от 11.3 млн. м³ извлекаемых материалов для варианта 1290 нум. Учитывая, того что 30 % от общей выемки рассматривается как абсолютно не используемый, около 50 % извлекаемого материала можно заново использовать.

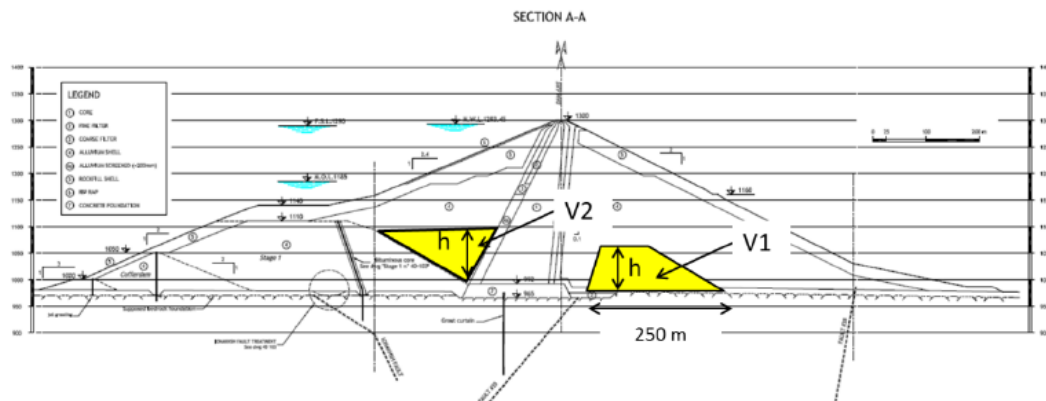


Рисунок 12-2: Продольный разрез. Альтернатива 1290 нум.

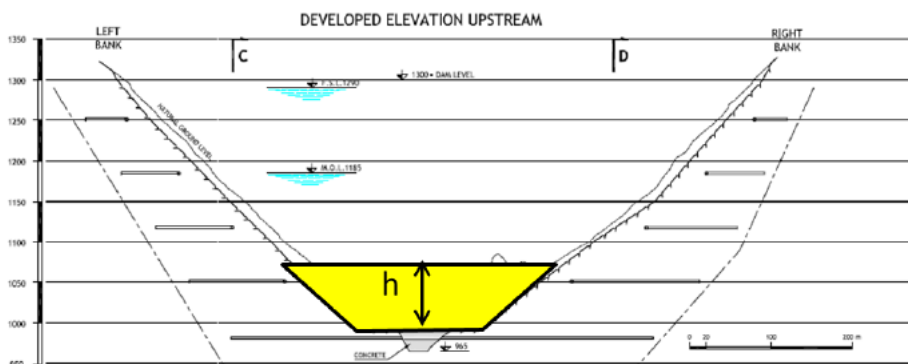


Рисунок 12-3: Поперечное сечение. Альтернатива 1290 нум.

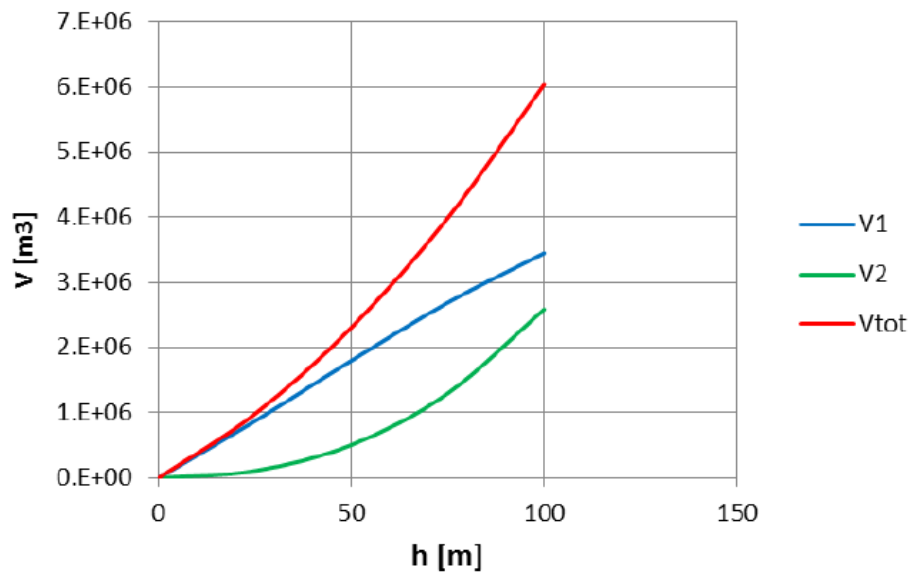


Рисунок 12-4: Объемы материалов выемки V, функции h (см. Рис. 12-3)

Необходимо провести подробный анализ устойчивости на стадии детального проектирования, чтобы проверить основные точки, которые могут находиться под влиянием этим специфическим зонированием тело плотины:

- = Устойчивость плотины
- = Поровое давление тело плотины и перераспределение потока (особое внимание следует уделять на дренирование извлеченных материалов).

Подробное исследование позволило бы получить максимальную высоту «h», который будет адаптирован и по этому определить всего материалов выемки, которых можно пере использовать в тело плотины. Детальное определение последовательности строительства и подъездные дороги также должны быть построены в течении этого этапа, чтобы гарантировать своевременное размещение материала, параллельно к реализацию первого этапа поверхностного водосброса.