

REENCON-XXI

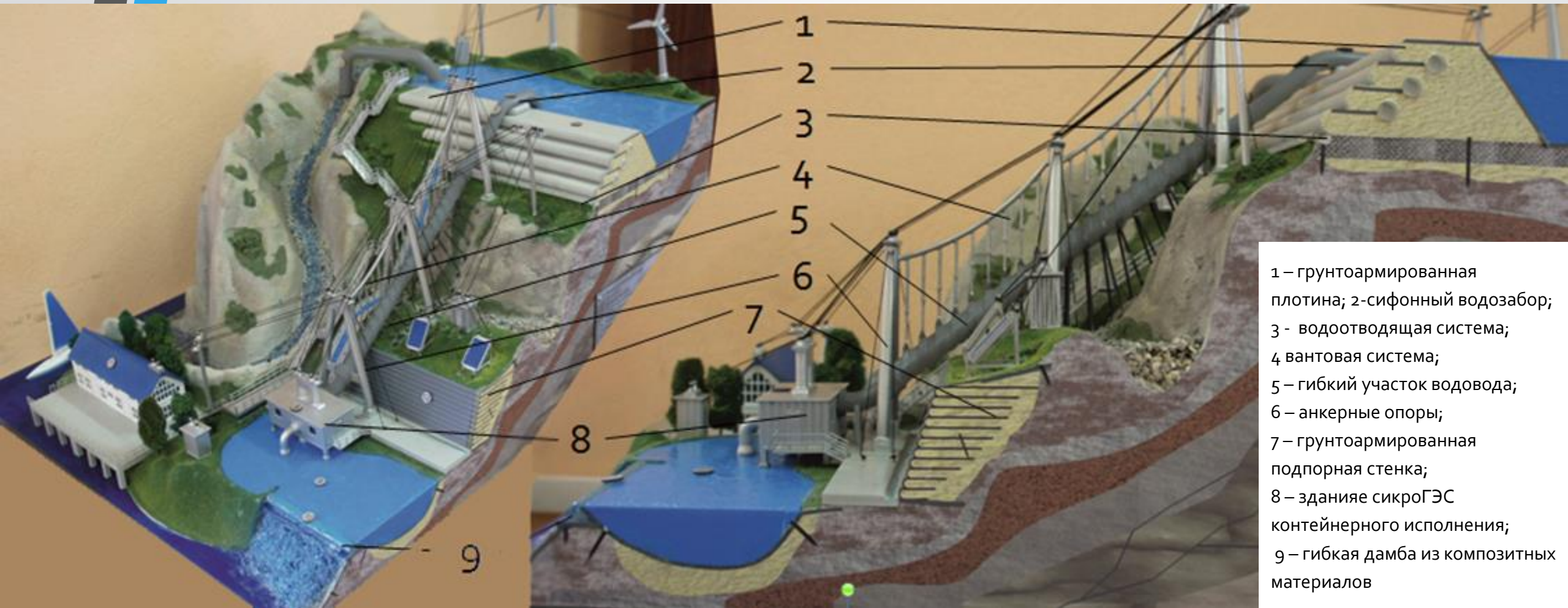
**Международный Конгресс. Возобновляемая
энергетика XXI век: энергетическая и экономическая
эффективность**

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ НЕТИПОВЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ МОБИЛЬНЫХ
ДЕРИВАЦИОННЫХ МКГЭС И
СООРУЖЕНИЙ ИНЖЕНЕРНОЙ
ЗАЩИТЫ**

**Главный научный сотрудник ООО «Импульс»,
профессор, Кашарин Д.В.**

346400, Россия,
Ростовская область,
г. Новочеркасск,
ул. Клубная, 9/62,
Тел./факс (8635)22-65-27
email: dendvk1@mail.ru
web site: impuls-don.ru

Мобильная деривационная микроГЭС с составным деривационным водоводом из композитных материалов (заявка на изобретение №2015106761)



Состав мобильной деривационной микроГЭС

Головной гидроузел

- водохранилище
- водозаборные сооружения

Деривационный водовод и сооружения по его трассе

- Водопроводящие сооружения
- Регулирующие сооружения
- Устройства гашения гидравлического удара

Станционный узел

- Подводящие водоводы
- Регулирующие устройства
- Помещение контейнерного исполнения
- Гидроагрегаты
- Автоматизированное управление

Сооружения инженерной защиты

- Системы дренажа
- Ливнеотводящие лотки
- Подпорные стены
- Улавливающие сетки

Программа оптимизационного моделирования параметров мобильной деривационной МкГЭС

Программа оптимизационного моделирования параметров мобильной деривационной микро ГЭС

Файл Расчёты Настройка Справка

Комплексная оптимизация Методы Параметры О программе Выход

Водоподпорное сооружение

Мембранно-вантовая плотина

Водоподпорная оболочка Вантовая система Основание

Расчёт Оптимизация

Расчёт Оптимизация

Расчёт Оптимизация

Грунтоармированная плотина

Армирующие элементы Лицевая стенка Дренажная система

Расчёт Оптимизация

Расчёт Оптимизация

Расчёт Оптимизация

Деривационный водовод

Водовод Основание водовода Закрепление водовода вантовой системой

Расчёт Оптимизация

Расчёт Оптимизация

Расчёт Оптимизация

Грунтонаполняемые и грунтоармированные конструкции и сооружения на трассе деривационного водовода

Грунтоармированные подпорные стенки Незамкнутые грунтонаполняемые оболочки Замкнутые грунтонаполняемые оболочки

Расчёт Оптимизация

Расчёт Оптимизация

Расчёт Оптимизация

Типовые элементы мобильной деривационной микро ГЭС

Жёсткие участки деривационного водовода Арматура деривационного водовода Здание микро ГЭС контейнерного типа Гидроагрегат

Расчёт Оптимизация

Расчёт Оптимизация

Расчёт Оптимизация

Расчёт Оптимизация

Настройка методов расчёта

Аппроксимация Интеграл Оптимизация

Метод оптимизации

- Метод сканирования с переменным шагом (модификация метода перебора)
- Метод случайных направлений (модификация метода Монте-Карло)

OK Параметры Отмена

6 Результаты оптимизации головного гидроузла МДМкГЭС

Исходные данные (Комплексная оптимизация параметров нескольких элементов мобильной деривационной микро ГЭС)

Далее Назад Отмена

Числовые данные

Ускорение свободного падения	g =	9.80665	м/с ²
Плотность воды с наносами	ro_2 =	1019.716213	кг/м ³
Минимальная длина ванты-оттяжки	b_min =	0.5	м
Длина крепления ванты-оттяжки	b_krep =	0.01	м
Ширина пролёта	B =	20	м
Расстояние от левой анкерной опоры до пролёта	b_a_1 =	1	м
Расстояние от правой анкерной опоры до пролёта	b_a_2 =	1	м
Минимальное расстояние между вантами-оттяжками	C_min =	1	м
Стрела прогиба эталонной ванты-подбора	f_et =	8	м
Уровень воды в верхнем бьефе	h_vb =	2	м
Угол крепления гребня эталонной оболочки	fi_gr_et =	140	гр.
Угол крепления узла эталонной оболочки	fi_kr_et =	3	гр.
Коэффициент запаса	k_z =	1.2	
Коэффициент значимости веса	alfa_1 =	0	
Коэффициент значимости стоимости	alfa_2 =	1	

Текстовые данные

Параметры метода численного интегрирования

Параметры метода оптимизации

Точность вычисления оптимального решения	Pogr_opt =	0.00001	
Коэффициент уменьшения шага	Koef_um =	10	
Минимальное количество уменьшений шага	Kol_um_min =	2	
Максимальное количество уменьшений шага	Kol_um_max =	5	
Начальный шаг сканирования по углу крепления гребня оболочки	h11 =	10	гр.
Начальный шаг сканирования по углу крепления узла оболочки	h12 =	1	гр.
Начальный шаг сканирования по стреле прогиба ванты-подбора	h13 =	1	м

Параметры материалов

№ материала	Марка материала Marka_0	Максимальное погонное натяжение N_m_0, Н/м	Вес квадратного метра P_m_0, кг/м ²	Стоимость квадратного метра
1	Hanwha 900	2943	0.9	279
2	MultiTarp 630	2750	0.63	425
3	Oxford 600 PV	12750	0.6	180
4	Panama 900	5000	0.9	380
5	Sealtex 650	2250	0.65	525

Готово Назад

Задача оптимизации

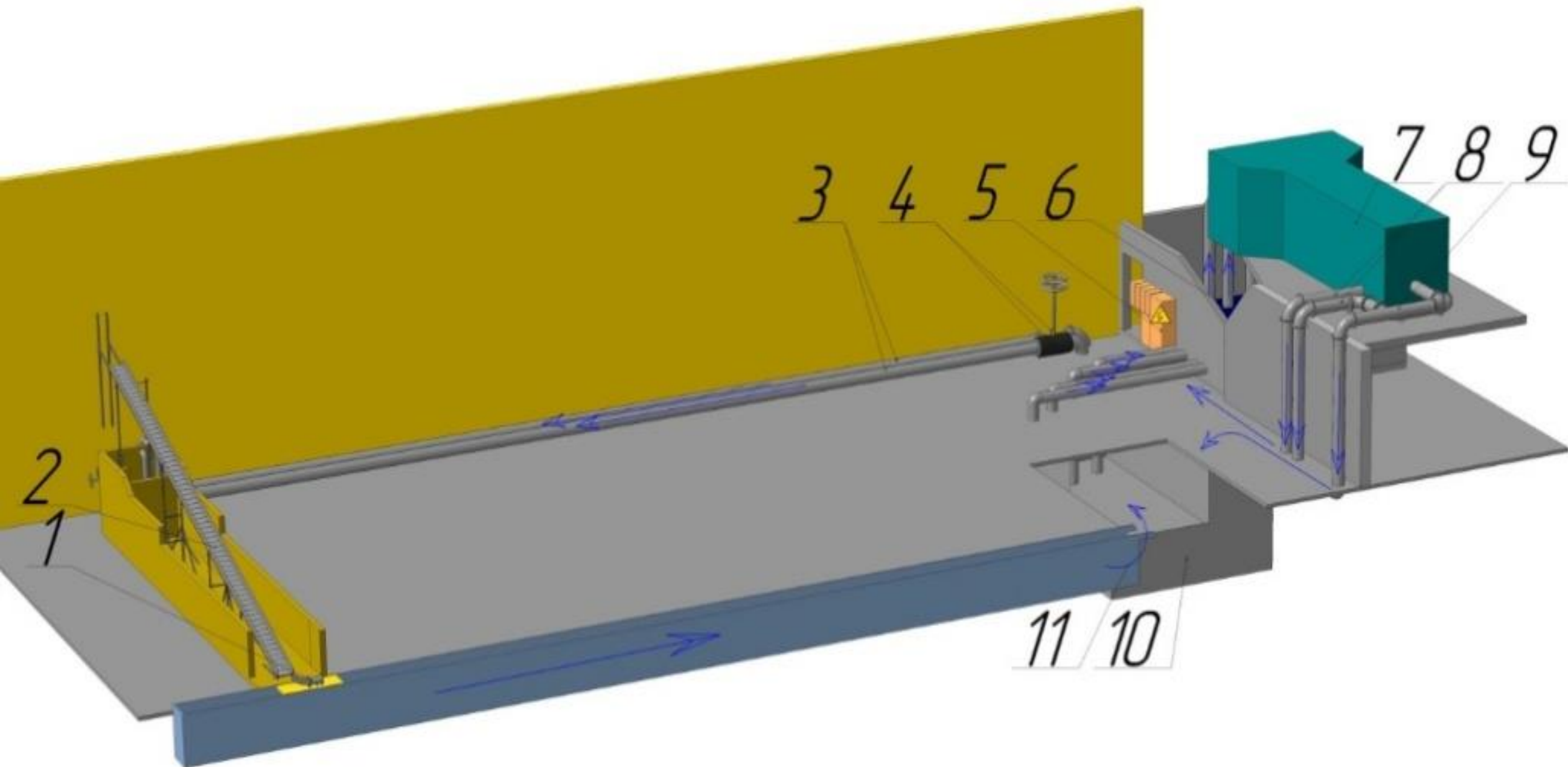
Числовые результаты

Расстояние между анкерными опорами	B_a =	22	м
Расстояние между вантами-оттяжками	C =	1	м
Оптимальное значение угла крепления гребня оболочки	fi_gr_opt =	152.1	гр.
Оптимальное значение угла крепления узла оболочки	fi_kr_opt =	3	гр.
Оптимальное значение стрелы прогиба ванты-подбора	f_opt =	4.383	м
Оптимальное значение погонного натяжения в оболочке	N_opt =	10 625	Н/м
Оптимальное значение погонного натяжения в ванте-подборе (с запасом)	N_p_opt =	12 750	Н/м
Максимальное погонное натяжение рекомендуемого материала оболочки	N_rek =	12 750	Н/м
Оптимальное значение горизонтальной составляющей усилия в ванте-подборе	H_v_opt =	159 144	Н
Оптимальное значение вертикальной составляющей усилия в ванте-подборе	V_v_opt =	159 105	Н
Оптимальное значение прилегания	x_pr_opt =	0	м
Оптимальное значение периметра оболочки	L_opt =	2.983	м
Оптимальное значение длины троса ванты-подбора	L_t_opt =	24.33	м
Суммарная длина креплений для вант-оттяжек	L_krep =	0.21	м
Суммарная длина перемычек между вантами-оттяжками	L_perem =	10	м
Оптимальное значение длины тросов вант-оттяжек (с креплениями и перемычками)	L_vo_ob_opt =	30.67	м
Оптимальное значение диаметра троса ванты-подбора	d_vp_opt =	22.5	мм
Оптимальное значение диаметра троса ванты-оттяжки	d_vo_opt =	3.8	мм
Оптимальное значение площади оболочки	Pl_ob_opt =	59.67	м ²
Оптимальное значение общей стоимости системы	S_opt =	15 898.82	руб.
Общая стоимость эталонной системы	S_et =	19 967.47	руб.
Оптимальное значение функции выбора материала оболочки	FVM_opt =	0.361	
Минимальное значение целевой функции	CF_min =	0.796	
Номер рекомендуемого материала оболочки	Nom_rek_0 =	3	
Количество вант-оттяжек	Kol_vo =	21	
Количество перемычек между вантами-оттяжками	Kol_perem =	10	

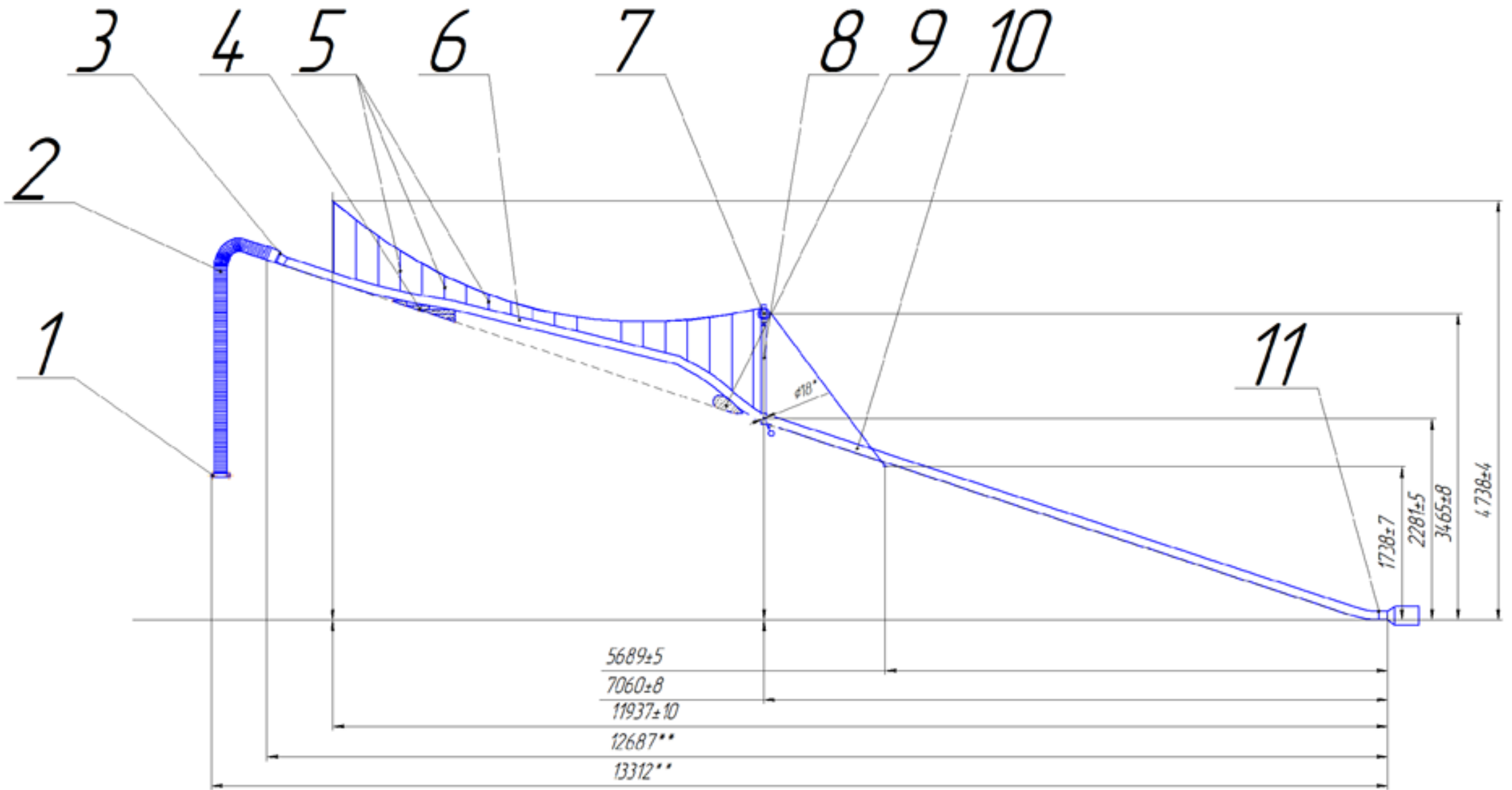
Текстовые результаты

Рекомендуемый материал оболочки Marka_rek = " Oxford 600 PV "

Лабораторный стенд МДМкГЭС

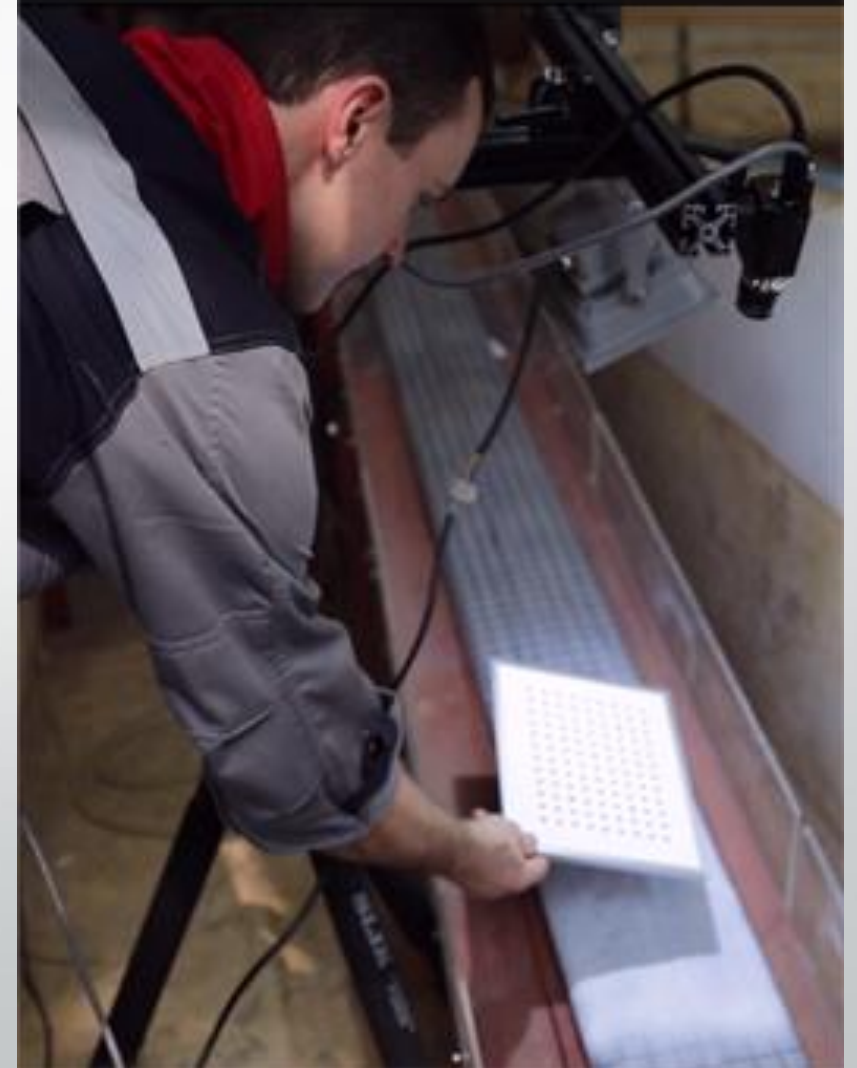


Физическая модель мобильной деривационной ГЭС



1 – фланцевый переходник; 2 – водозабор; 3 – переходник 150-100; 4 – грунтоармированное основание; 5 – вантовая система; 6 – пояс для поддержки рукава; 7 – блок; 8 – опора вантовой системы; 9 – грунтонаполняемое основание; 10 – гибкий деривационный водовод; 11 – переход 100-150

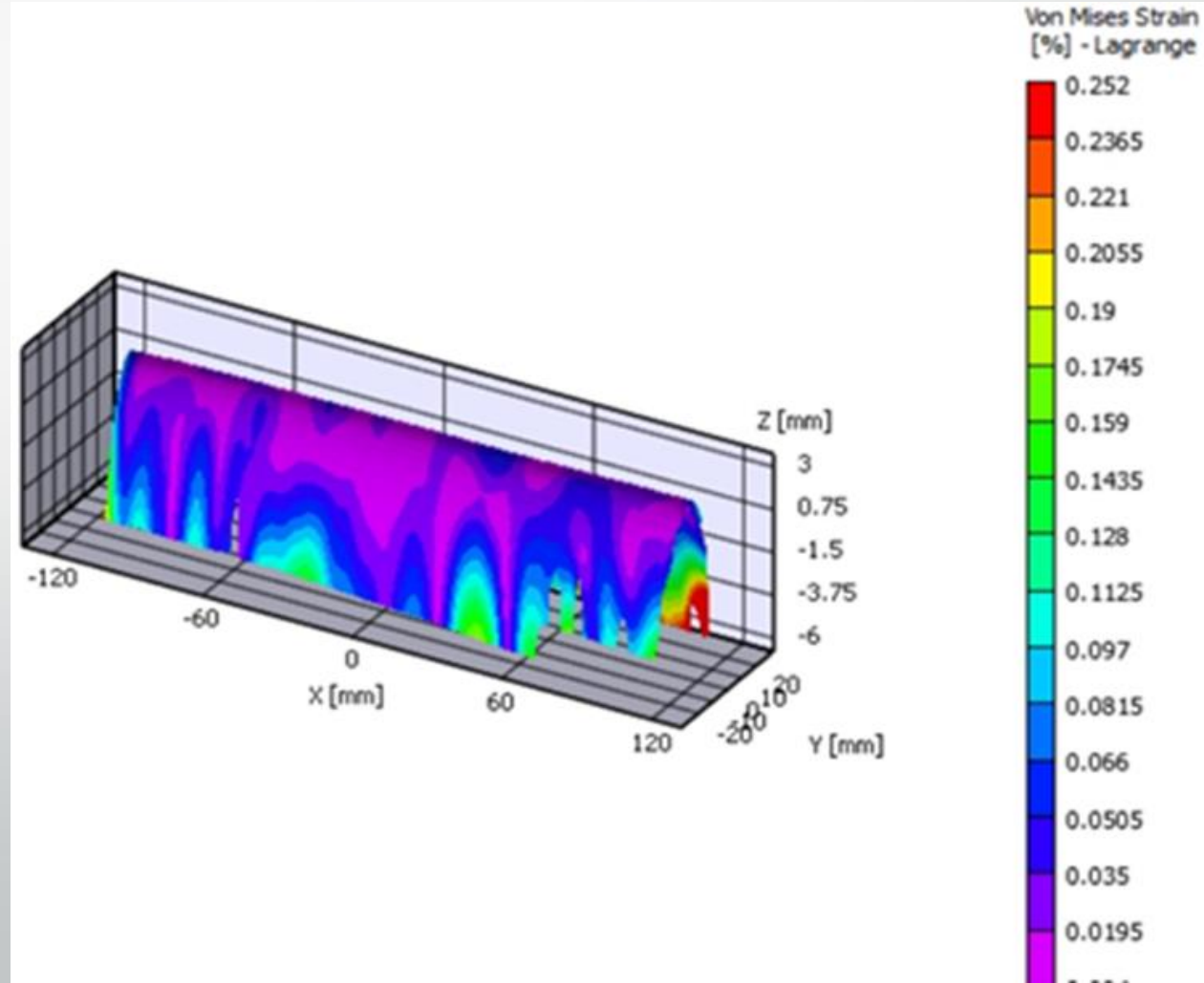
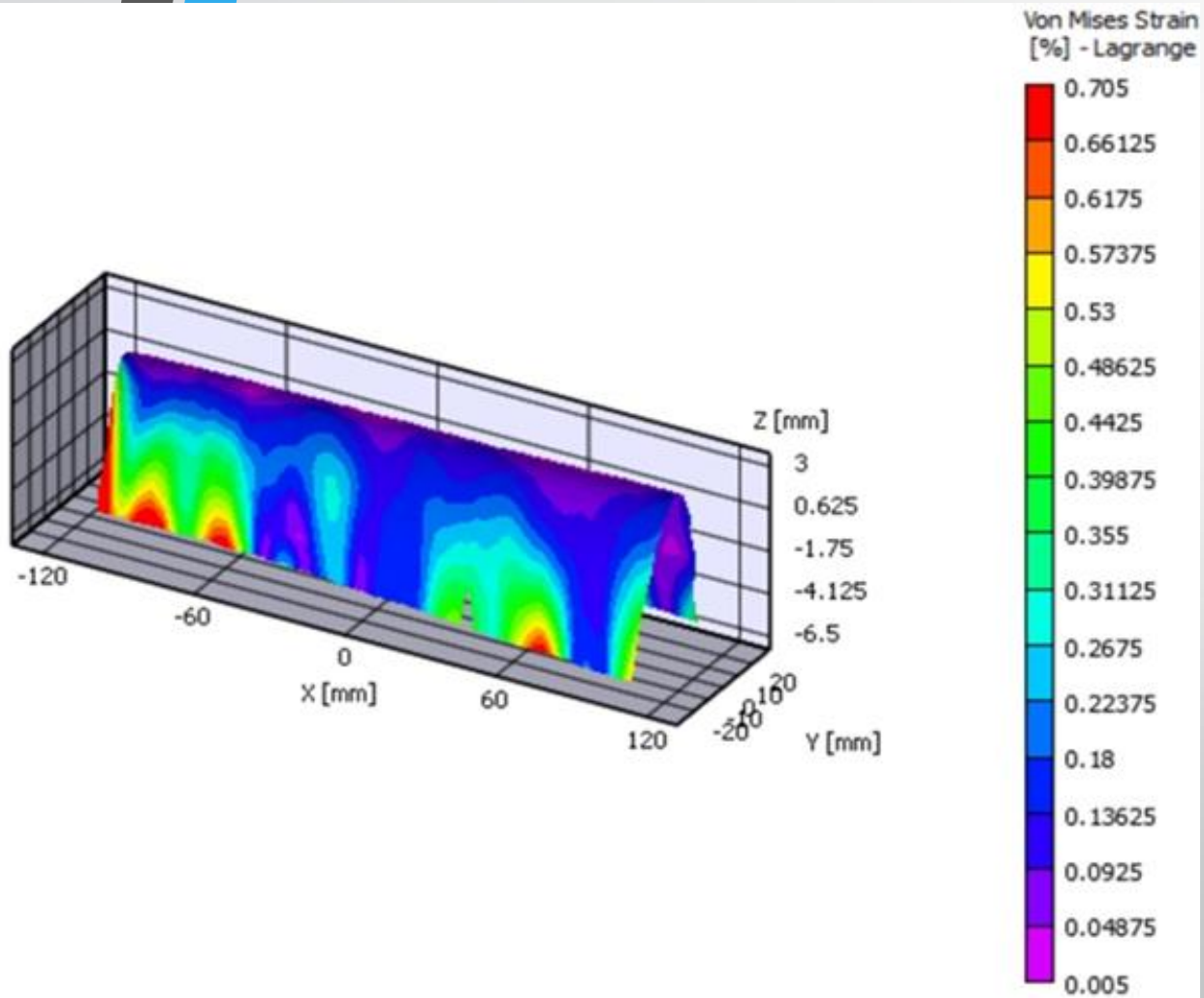
Экспериментальные исследования НДС гибкого участка физической модели ДВ



Распределение напряжений по критерию фон Мизеса гибкого участка водовода 50 мм

Однооболочкового

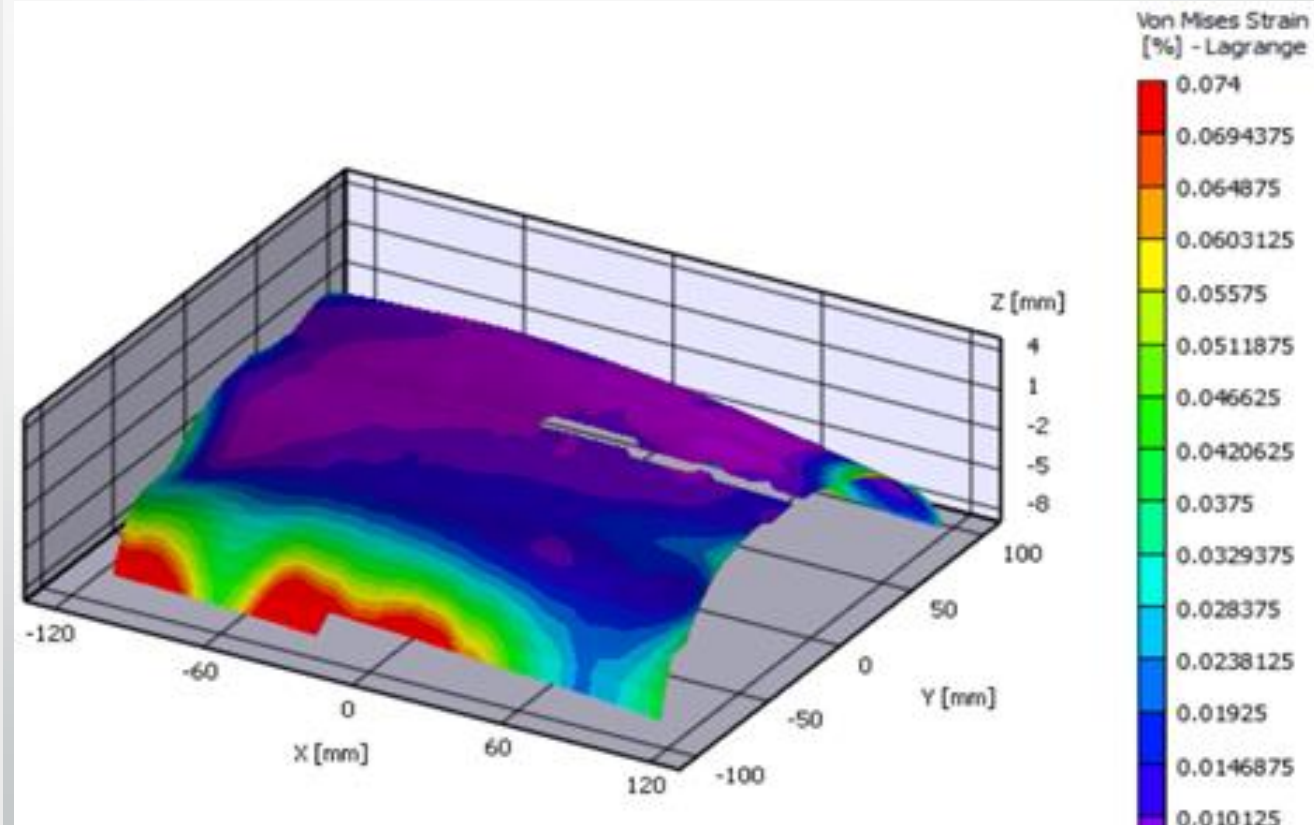
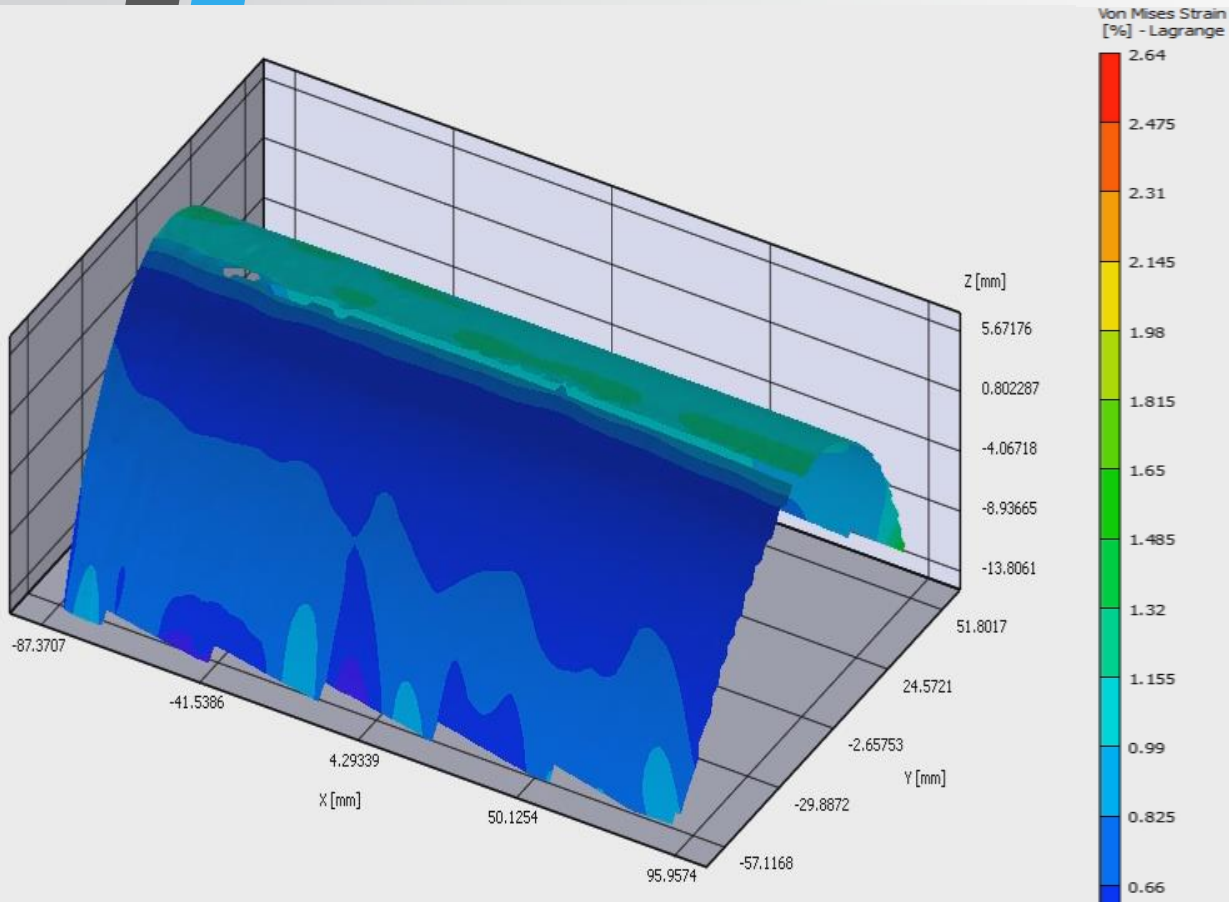
Двухоболочкового



Распределение напряжений по критерию фон Мизеса гибкого участка водовода 150 мм

Однооболочкового

Двухоболочкового



Эмпирическая зависимость влияния параметров армирования, полученные по результатам экспериментальных исследований



$$B = \left[2 \cdot 10^6 y_a^2 + 2 \cdot 10^6 y_a + 393148 \right] \cdot \left(\frac{h}{l} \right)^2 + \left[-173800 y_a^2 + 242219 y_a - 40411 \right] \times \\ \times \left(\frac{h}{l} \right) + \left[-6772,8 y_a^2 + 4982,9 y_a - 2338,2 \right]$$

где y_a - высота армирования; h, l – соответственно шаг армирования и длина

Выводы

1. Техническое решение мобильной деривационной микроГЭС (МДМкГЭС) позволяет увеличить более чем на 30% экономически возможный гидроэнергетического потенциала малых горных рек для автономного энергоснабжения малых водотоков.
2. Разработанная программа оптимизации МДМкГЭС позволяет автоматизировать проектирование как нетиповых элементов данной конструкции
3. При использовании двухоболочковой конструкции ДВ можно снижается более в 3 раза максимальные напряжения, действующие на материал оболочки, что несмотря на увеличение количества материала позволяет использовать материалы с меньшей стоимостью и большей надежностью.
4. Для проектирования грунтоармированных сооружений инженерной защиты получены эмпирические зависимости, позволяющие рассчитать диапазоны армирования (высоту армирования u_a , h – шаг армирования и длину l) для насыпных грунтов и оценить в баллах надежность грунтоармированной конструкции целом .