

Нагнетание раствора в сыпучие среды представляет собой довольно сложное явление и зависит от ряда факторов, включающих свойства среды и раствора, кинематических и динамических характеристик потока, технологии производства работ.

Поэтому в качестве основного принят метод лабораторных экспериментов с применением натуральных материалов, позволяющих создавать условия наблюдения отдельных сторон процесса в достаточно надежном виде.

Физическим моделированием, выполненным с использованием пород Сафьяновского месторождения, установлена возможность создания упрочненного слоя с заданными параметрами.

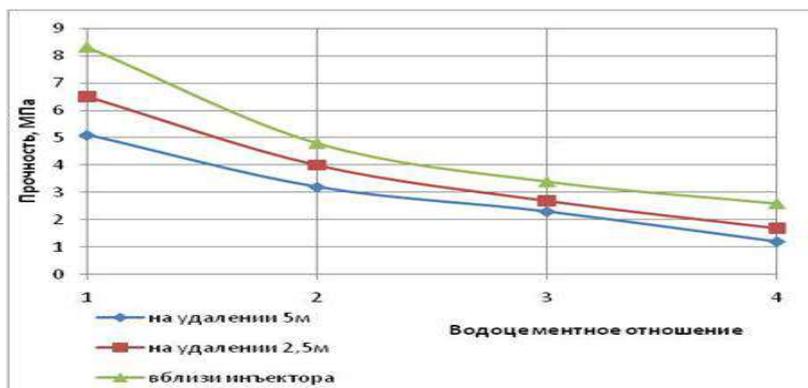


Рис. 4 Изменение прочности массива от водоцементного отношения и расстояния до иньектора

Эксперименты показали, что при испытании всех видов растворов наблюдалось снижение прочности массива по мере удаления от иньектора. обеспечивают необходимую прочность иньектируемого слоя сухой закладки (2 МПа) при необходимом радиусе проникновения 5 м. Для достижения требуемой прочности на удалении от иньектора следует рассматривать увеличение сроков твердения.

Таким образом, предлагаемая технология с иньекционным упрочнением сухого закладочного массива технически осуществима и не вызывает сомнений в ее эффективности.

#### Литература

1. Вертячих К.С., Хакуре А.М. Аспекты применения закладки в зарубежной и отечественной практике подземной разработке руд // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2002. № 7. С. 88–92.
2. Дьяковский В.Б., Светлаков К.Н., Солдатова О.М., Попова Э.М. и др. Совершенствование закладочных работ в новых экономических условиях // Горный журнал. 2000. № 1. С. 26–28.
3. Цыгалов, М.Н. Разработка месторождений полезных ископаемых с монолитной закладкой / М.Н. Цыгалов, П.Э. Зурков. – М.: Недра, 1970. – 176 с.

## ОЦЕНКА УСТАЛОСТНОЙ НАДЕЖНОСТИ КАНАТНОГО ВИБРОИЗОЛЯТОРА

А.А. Вакуров, К.К. Манабаев

Научный руководитель - доцент К.К. Манабаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В статье представлен расчет усталостной надежности канатного виброизолятора, результат которого представлен в виде картины распределения полей количества выдерживаемых дней работы. За основу для расчета были взяты результаты расчета напряженно-деформированного состояния геометрической модели виброизолятора, полученном от действия циклических нагрузок. Данные о циклических нагрузках взяты с существующих насосных агрегатов. За основу модели был взят существующий виброизолятор V3CA8100-01.

**Ключевые слова:** канатный виброизолятор, виброизоляция, напряженно-деформированное состояние (НДС), гашение вибраций, виброизолятор.

#### Постановка задачи

Рассматривалась задача подбора необходимого количества канатных виброизоляторов для насосного агрегата НМ 1250/0,7-260-2.1, обладающего массой 6,73 т, и проведение расчета от действия циклических нагрузок, а также оценка усталостной надежности по полученным результатам.

Для проведения расчета напряженно-деформированного состояния создавалась геометрическая 3D-модель канатного виброизолятора (рисунок 1), которая состоит из верхней 1 и нижней 2 пластин, между которыми навит канат 3. Габаритные размеры виброизолятора 216x130x108 мм. Канат диаметром 13 мм создавался по ГОСТ 2688-80 [1].

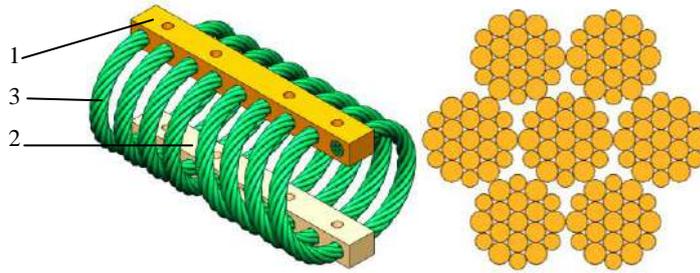


Рис. 1. Геометрическая модель канатного виброизолятора

**Расчет в среде программного комплекса ANSYS**

Геометрическая модель разбивалась на конечные элементы (рисунок 2) со следующими настройками: величина грани конечного элемента пластин задавалась равной 5 мм, а каната – 2 мм; задавалась настройка предпочтения разбиения на гексаэдры.

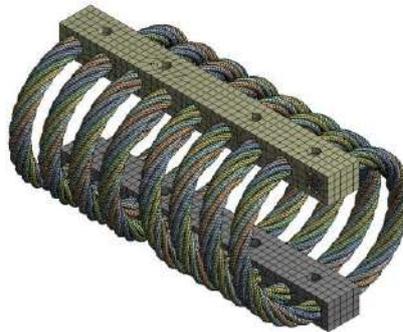


Рис. 2. Конечно-элементная модель канатного виброизолятора

Разрабатывалась схема нагружения виброизолятора (рисунок 3а) с учетом их количества равным 6, и контактной площадью равной 5173,02 мм<sup>2</sup>. Циклические нагрузки задавались согласно графику, представленному на рисунке 3б).

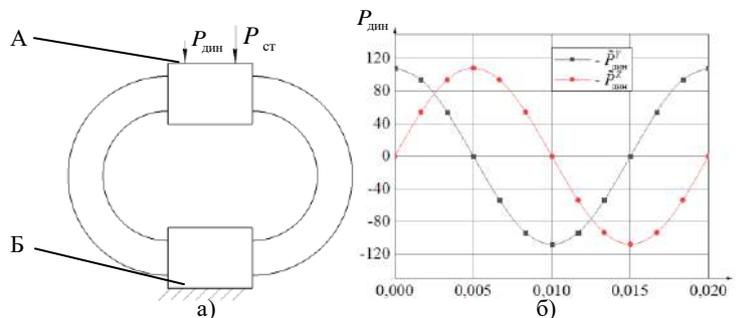


Рис. 3. а) Схема нагружения модели канатного виброизолятора; б) Динамический закон нагружения

Согласно схеме нагружения, представленной на рисунке 3а, к модели прикладывались нагрузки в виде давления от веса агрегата, а также давления, вызванного влиянием динамических сил, к поверхности А и условия фиксированной опоры к поверхности Б (рисунок 4).

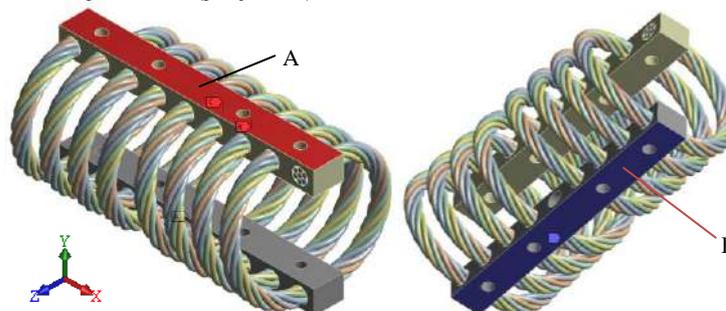


Рис. 4. Нагрузки, прикладываемые к модели

Задавались свойства материалов: для пластин свойства стали 09Г2С, а для каната – ст.20.

#### Анализ численных результатов

На рисунке 5 представлена картина распределения полей эквивалентных напряжений по критерию Мизеса в момент максимальной нагрузки, действующей на виброизолятор. Согласно характеристикам материала каната, предел выносливости при многоциклового усталости будет  $\sigma_{-1} = 225$  МПа. В наиболее нагруженных участках каната: вблизи отверстий напряжения составляют 170 МПа, а в местах изгиба – 100 МПа.

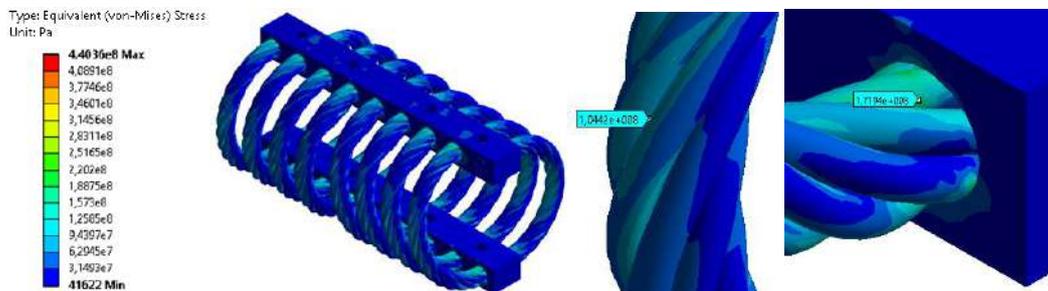


Рис. 5. Картина распределения полей эквивалентных напряжений по критерию Мизеса

На рисунке 6 показана картина распределения полей участков усталостного разрушения. Зоны начала усталостного разрушения каната, расположены вблизи контакта пластин и каната. В среднем усталостное разрушение начнется через 1500 дней.

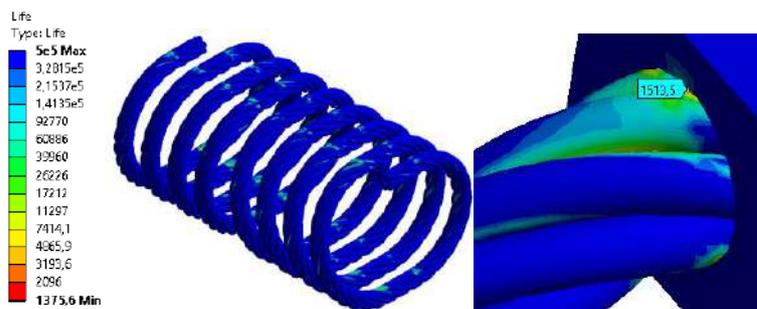


Рис. 6. Картина распределения полей усталостного разрушения по телу каната

#### Литература

1. Гумеров А.Г., Виброизолирующая компенсирующая система насосно – энергетических агрегатов.–Уфа, 2008. – 328 с.
2. Терентьев В.Ф. Усталостная прочность металлов и сплавов. – Изд-во: Интермет Инжиниринг, 2002. – 288 с.
3. Пат. 2478845 Российская Федерация, МПК F16F 7/14. Канатный виброизолятор / Минасян А.М., Минасян М.А.; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский государственный морской технический университет – 3 с.
4. ГОСТ 2688-80. Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции 6х19(1+6+6/6)+1.–Москва: Изд-во стандартов, 1982.–15 с.
5. РД 39-0147103-314-88 Методика расчета и проектирования системы виброизоляции блочной насосной станции (БНС).