

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАБОЧИХ МЕХАНИЗМОВ КОНУСНЫХ ДРОБИЛОК

Лагунова Ю.А., Калянов А.Е. (УГТУ, г. Екатеринбург, Россия)
Тел./Факс: (8.107343)2573347; E-mail: yu.lagunova@mail.ru

Abstract: The article describes the calculation of the strength of the shaft crushing cone cone crusher for fine crushing. The method of finite elements. Presents three-dimensional model with the identified areas of maximum stress.

Keywords: strength, cone crusher, roller crusher head, finite element method, APM WinMachine.

Кафедра горных машин и комплексов Уральского государственного горного университета активно сотрудничает с ОАО «Уралмаш» и проводит анализ напряженно-деформированного состояния конструкций конусных дробилок еще на стадии их проектирования [1].

Прочностные расчеты основываются на анализе напряженно-деформированного состояния указанных деталей. Расчет напряжений таких сложных деталей возможен только в специализированных пакетах, основанных на методе конечных элементов (Ansys, UnixGraphiks и др.). В данной работе расчет проведен в пакете APM WinMachine. Это российская разработка, по большинству параметров не имеет мировых аналогов, в нее вошли модули расчета прочности, жесткости и устойчивости механических систем, реализованные методом конечных элементов. С ее помощью можно получать рациональные геометрические размеры элементов машин и строительных конструкций. Модуль имеет сертификат соответствия № РОСС RU.СП 15.Н00086 (система сертификации ГОСТ Р Госстандарт России) требованиям следующих нормативных документов: СНиП 2.01.07-85 («Нагрузки и воздействия»); СНиП II-23-81 («Стальные конструкции») и др [2].

Известно, что вал дробящего конуса дробилки типа КМД изготовлен из стали 38Х2НМ, предел текучести при нормализации $\sigma_T=835$ МПа, при закалке $\sigma_T=980$ МПа, предел выносливости $\sigma_{-1}\sim 400$ МПа [3,4].

Смоделируем вал дробящего конуса (рис. 1).

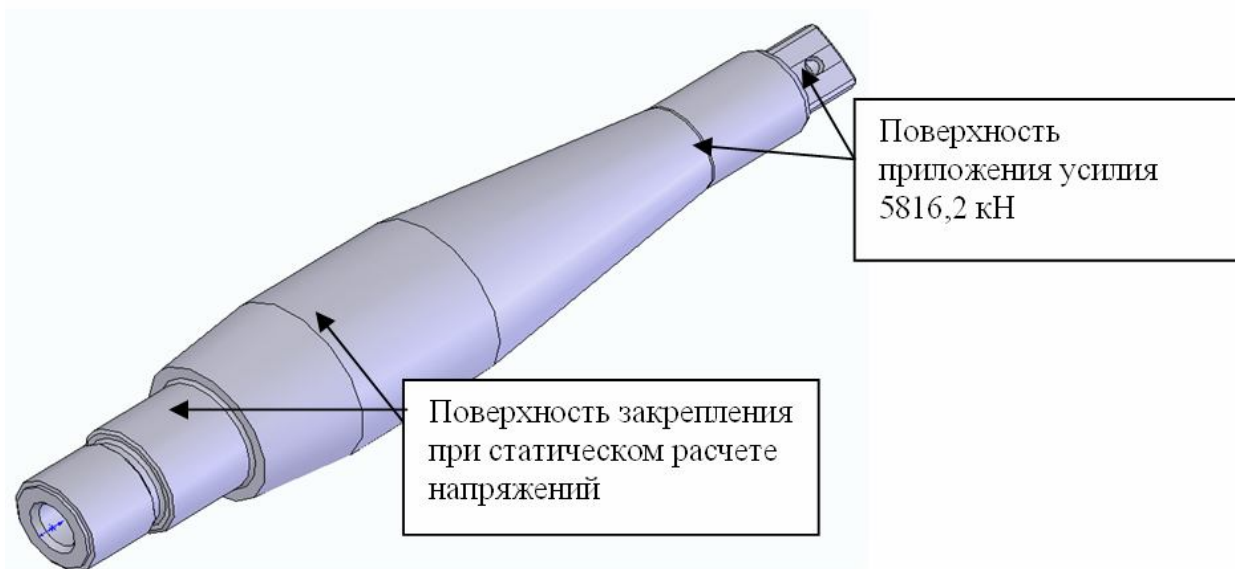


Рис. 1. Модель вала

Расчет усилий при попадании недробимого тела приведен в табл. 1. На вал действует сила, равная реакции внутренней расточки эксцентрика $R_3 = 5170$ кН. В табл. 1 приведены результаты расчета при различных положениях недробимого тела по высоте камеры дробления.

Таблица 1 - Расчет усилий и реакций сферической поверхности

Наименование параметра	Обозначение	Значение				
Расстояние по вертикали от центра сферической поверхности до недробимого тела, мм	$H_{нд}$	190	312	435	557	680
Расстояние по горизонтали от центра сферической поверхности до недробимого тела	$B_{нд}$	662.5	772	881	991	1100
Расстояние от точки O1 до недробимого тела, мм	$L_{нд}$	2409	2530	2656	2786	2919
Усилие при попадании недробимого тела, кН	$F_{нд}$	3205	3051	2907	2771	2645
Угол наклона усилия дробления к горизонту	ψ	0.00	2.77	5.29	7.58	9.66
Угол наклона усилия на недробимом теле к вертикали	α	90.00	87.23	84.71	82.42	80.34
Горизонтальная составляющая усилия на недробимом теле	$F_{нд,г}$	0	123	245	368	490
Реакция внутренней расточки эксцентрика, кН	R_3	5170	5170	5170	5170	5170
Реакция сферической расточки эксцентрика	$R_{сф}$	8050	8050	8050	8050	8050

В модуле *APM Studio* на половину цилиндрической поверхности приложено действующее усилие в виде распределенной нагрузки. На цилиндрическую поверхность вала, на которую закрепляется подвижный конус, наложены закрепления. Проведена разбивка вала на конечные элементы с шагом 20 мм, коэффициент сгущения сетки на поверхности 2, коэффициент разряжения 1,5. В результате получено 68 600 элементов. Результат разбивки показан на рис. 2.

Результат расчета напряжений показан на рис. 3, а, б.

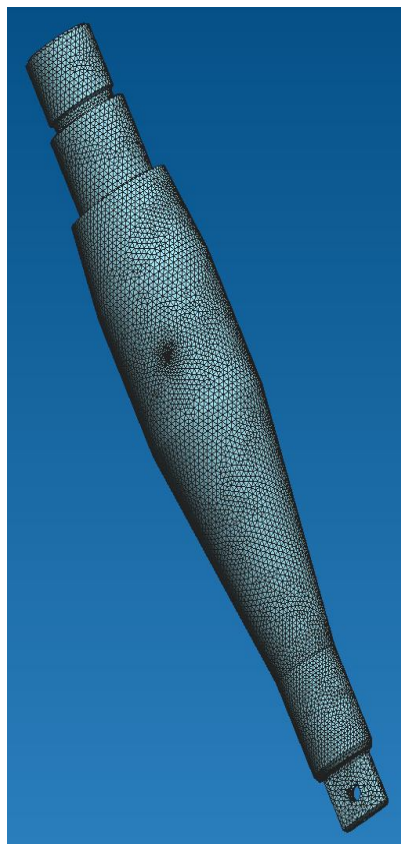
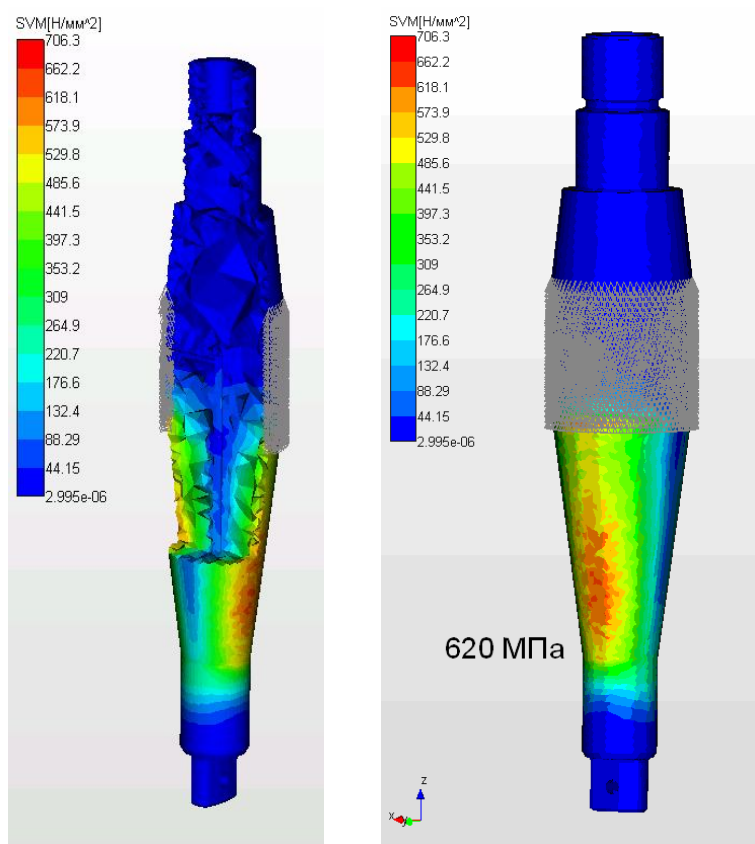


Рис. 2. Результат разбивки модели вала на конечные элементы



а)

б)

Рис. 3, а, б. Карта напряжений при пропуске недробимого тела (по сечениям)

Вывод. При попадании недробимого тела возникают напряжения, практически достигающие предел текучести ($\sigma_r=800$ МПа [11]) и превышающее предел выносливости – возможно появление трещин и усталостное разрушение вала [3,4].

Таблица 2 - Исходные данные для расчета напряжений в программе

Наименование	Обозначение	Значение
Диаметр вала минимальный, мм	D_{\max}	480
Диаметр вала максимальный, мм	D_{\min}	259
Длина конического участка	L_k	835
Длина горизонтального участка	L_r	160
Диаметр отверстия	d_o	45
Усилие на втулке	F	5170

Момент инерции кольцевого сечения определяется по формуле

$$W_{x,i} = \frac{\pi D_i^3}{32(1 - c^4)}$$

где D_i – диаметр в i -м сечении;

$c_i = d/D_i$ – отношение диаметра отверстия к наружному диаметру в i -м сечении.

Результаты расчета приведены в табл. 3

Таблица 3 - Результаты расчета напряжений по длине вала

x , мм	0	80	160	240	320	400	480	560	640	720	800	835
D_i , мм	259	280	301	323	344	365	386	407	428	450	471	480
$W_{i,3}$, см ³	1.560	1.975	2.458	3.013	3.647	4.363	5.168	6.066	7.062	8.162	9.370	9.935
M_i , Нм	827	1240	1654	2068	2481	2895	3308	3722.	4136	4549.6	4963.2	5144.1
σ	529.9	628.0	672.9	686.1	680.4	663.4	640.2	613.6	585.6	557.3	529.6	517.7

Список литературы: 1. Клушанцев Б. В. и др Дробилки. Конструкция, расчет, особенности эксплуатации/ Б. В. Клушанцев, А. И. Косарев, Ю. А. Муйземнек. — М.: Машиностроение, 1990.—320 с: ил. 2. Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов трехмерных конструкций в среде АРМ Structure3D Учебное пособие. М. 2006; Изд-во АПМ. – 288 с. 3. Марочник сталей и сплавов / В.Г.Сорокин, А.В.Волосникова, С.А.Вяткин и др; Под общ. ред. В.Г.Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. 640 с. 4. Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп. и испр./А.С.Зубченко, М.М.Колосков, Ю.В.Каширский и др. Под общ. ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2003. 784 с.