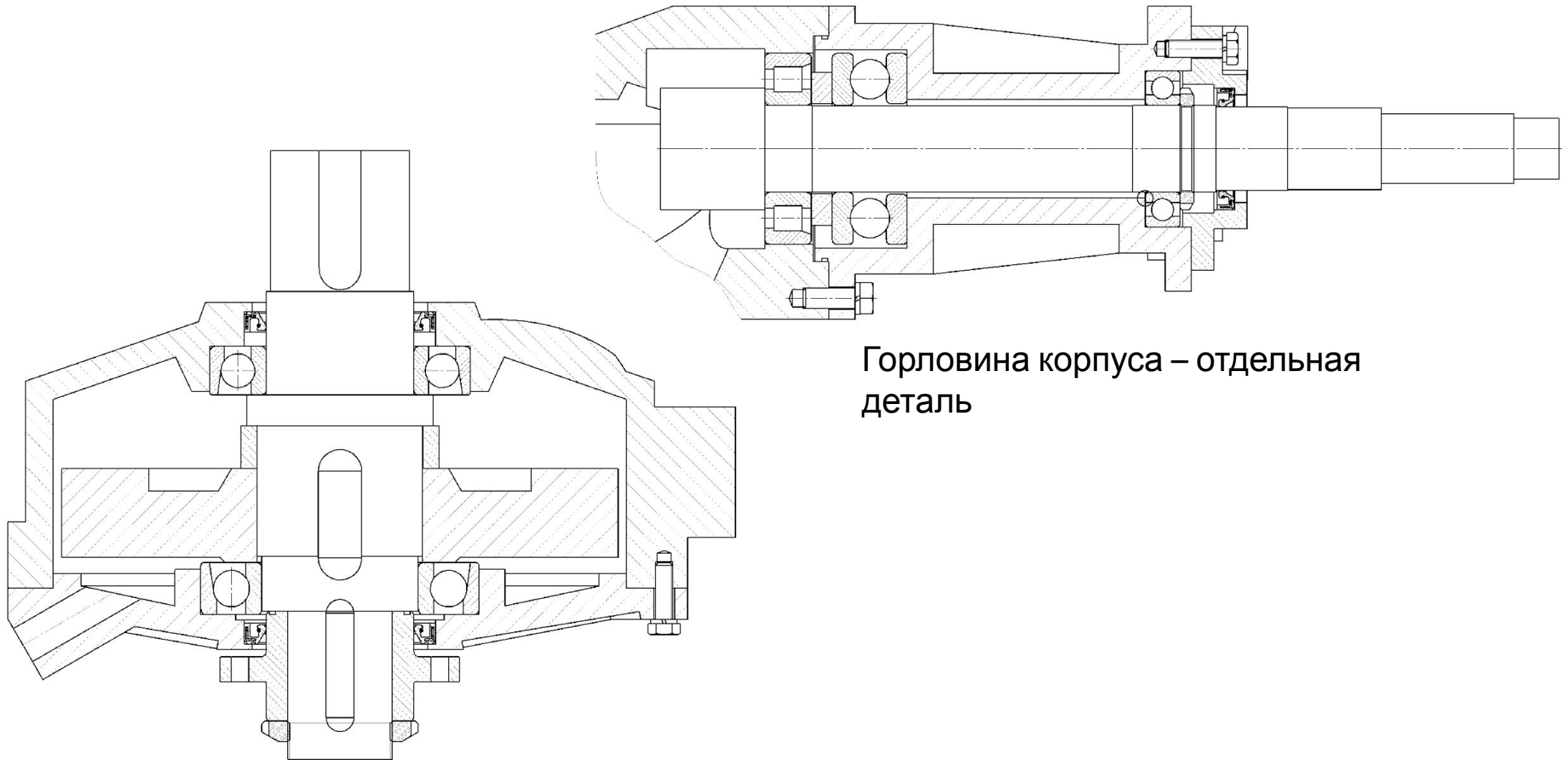


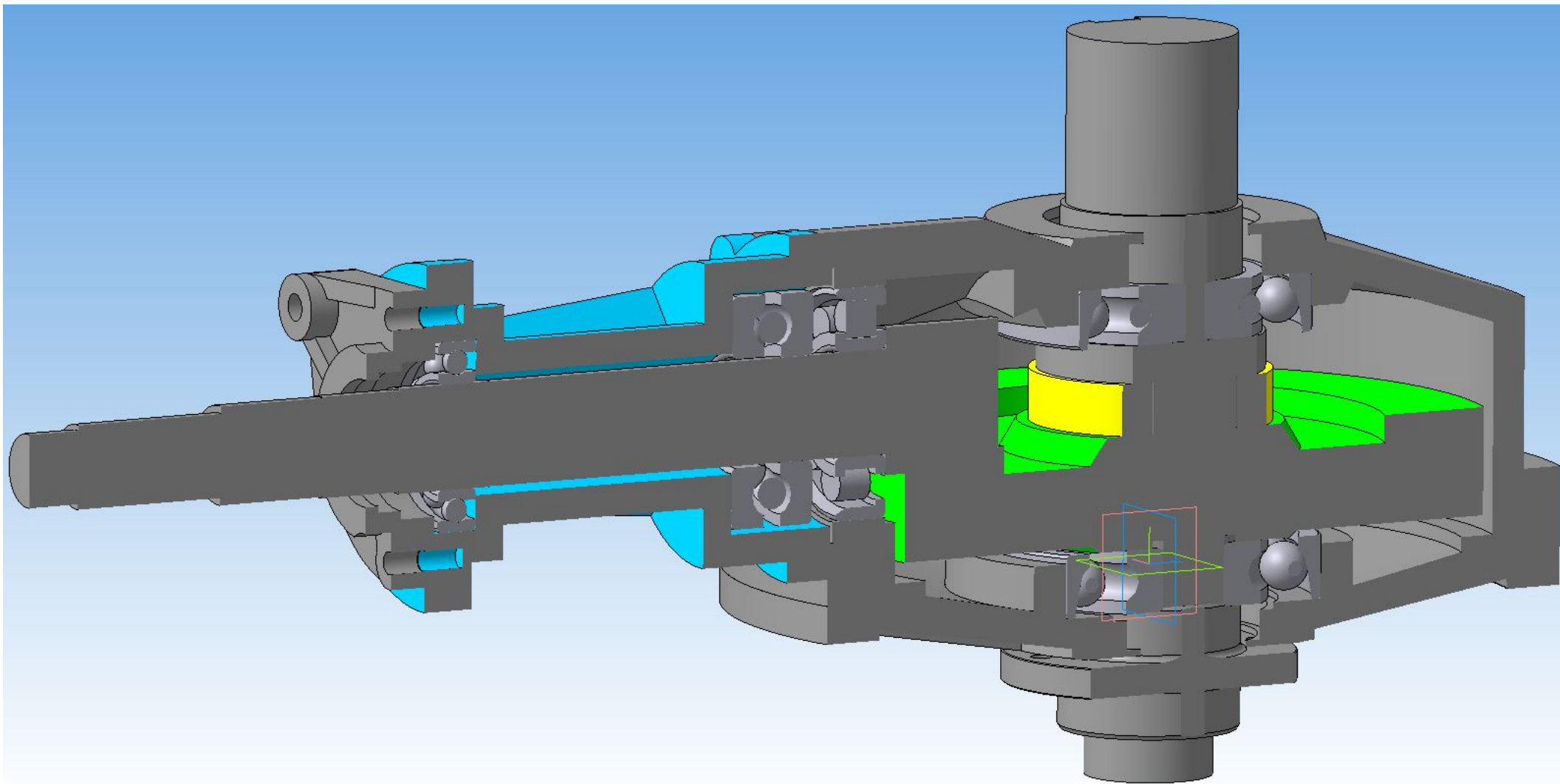
Разработка КД на редуктор прессподборщика

Состояние на 22.09.2022

Предварительный общий вид редуктора



Предварительный общий вид редуктора



Расчет подшипников входного вала

$M_{2ном}$, Нм	4045		– номинальный момент на выходном валу
$M_{2макс}$, Нм	5021		– максимальный момент на выходном валу
$M_{2лик}$, Нм	8089		– допустимый статический момент на выходном валу
при M_2 , Нм =	4375		– момент на выходном валу при котором получен расчет сил в зацеплении
F_{a1} , Н	-40280	0	– осевая сила в зацеплении, действующая на червяк
F_{r1} , Н	9528	0	– радиальная сила в зацеплении, действующая на червяк
F_{t1} , Н	-23970	0	– тангенциальная сила в зацеплении, действующая на червяк
$t_{ном}$	0,899	0,000	– продолжительность действия $M_{ном}$ в цикле
$t_{макс}$	0,100	0,000	– продолжительность действия $M_{макс}$ в цикле
$t_{лик}$	0,001	0,000	– продолжительность действия $M_{лик}$ в цикле
$t_{сумм}$	1,00	0,00	– продолжительность цикла
Ресурс, ч	10000		– требуемый ресурс в часах
Ресурс, млн.об.	324		– требуемый ресурс в млн об
Координаты узлов			
l_1 , мм	49,61	49,61	– расстояние от опоры а до полюса зацепления
l_2 , мм	215,35	215,35	– расстояние между опорами а и b
r_1 , мм	30,4	30,4	– радиус делительной поверхности червяка
Результат расчета реакций опор			
А			
X_a , Н	6037	0	
Y_a , Н	-29492	0	
R_a , Н	30103	0	
В			
X_b , Н	-3491	0	
Y_b , Н	-5522	0	
R_b , Н	6533	0	
Z_a , Н	-40280	0	
Проверка			
сумм X , Н	0	0	
сумм Y , Н	0	0	
Результаты расчета подшипников			
K_b	1,10	1,10	
K_t	1,05	1,05	
V	1,00	1,00	

Опора А		
Тип	12310	
C , Н	88000	– динамическая грузоподъемность
C_0 , Н	85000	– статическая грузоподъемность
d , мм	50	– внутренний диаметр подшипника
D , мм	110	– наружный диаметр подшипника
T , мм	27	– ширина подшипника
r	3,33	
a_{23}	0,90	0,90
$P_{экр}$, Н	7,28E+14	0,00E+00
$P_{экр}$, Н	33208	– эквивалентная динамическая нагрузка
$P_{макс}$, Н	55660	0 – эквивалентная статическая нагрузка
L_h , млн.об	23,176	– ресурс подшипника, млн об
L_h , ч	715	– ресурс подшипника, ч
$K_{ср}$	1,53	#ДЕЛ/0! – запас статической прочности

Опора В		
Тип	210	
C , Н	35100	– динамическая грузоподъемность
C_0 , Н	23200	– статическая грузоподъемность
d , мм	50	– внутренний диаметр подшипника
D , мм	90	– наружный диаметр подшипника
B , мм	20	– ширина подшипника
r	3,00	
a_{23}	0,90	0,90
$P_{экр}$, Н	2,42E+11	0,00E+00
$P_{экр}$, Н	7197	– эквивалентная динамическая нагрузка
$P_{макс}$, Н	12079	0 – эквивалентная статическая нагрузка
L_h , млн.об	104,389	– ресурс подшипника, млн об
L_h , ч	3222	– ресурс подшипника, ч
$K_{ср}$	1,92	#ДЕЛ/0! – запас статической прочности

Упорный подшипник		
Тип	8314	
C , Н	135000	– динамическая грузоподъемность
C_0 , Н	300000	– статическая грузоподъемность
d , мм	70	– внутренний диаметр подшипника
D , мм	125	– наружный диаметр подшипника
B , мм	40	– ширина подшипника
r	3,00	
a_{23}	0,90	0,90
$P_{экр}$, Н	5,67E+13	0,00E+00
$P_{экр}$, Н	44376	– эквивалентная динамическая нагрузка
$P_{макс}$, Н	74477	0 – эквивалентная статическая нагрузка
L_h , млн.об	25,340	– ресурс подшипника, млн об
L_h , ч	782	– ресурс подшипника, ч
$K_{ср}$	4,03	#ДЕЛ/0! – запас статической прочности

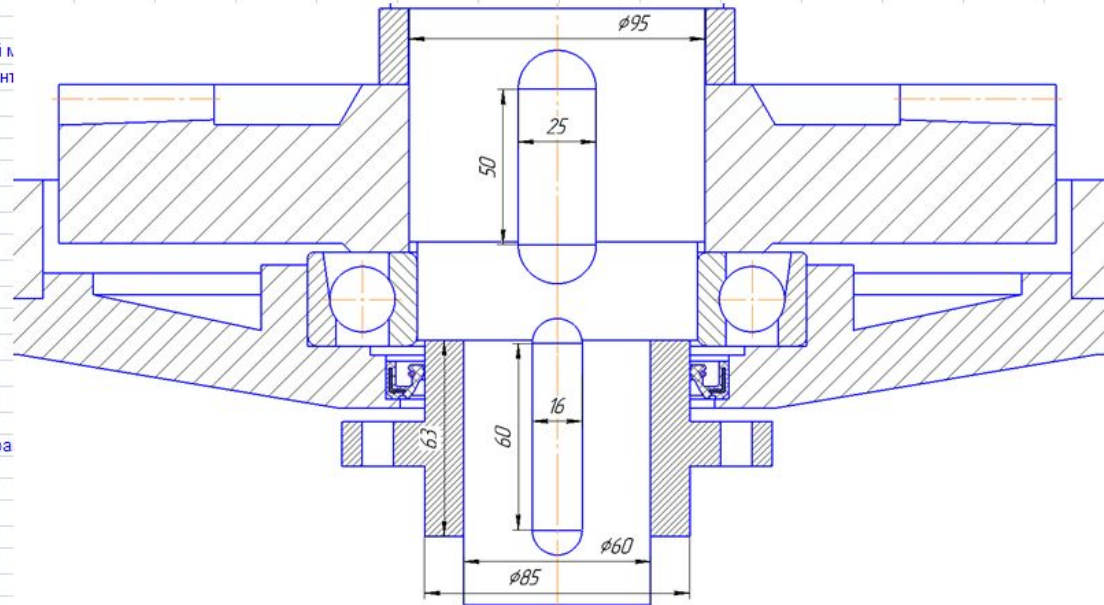
Расчет подшипников выходного вала

$M_{2ном}$, Нм	4045		– номинальный момент на выходном валу
$M_{2макс}$, Нм	5021		– максимальный момент на выходном валу
$M_{2лик}$, Нм	8089		– допустимый статический момент на выходном валу
при M_2 , Нм =	4375		– момент на выходном валу при котором получен расчет сил в зацеплении
F_{a2} , Н	10800	0	– осевая сила в зацеплении, действующая на червяк
F_{r2} , Н	-33060	0	– радиальная сила в зацеплении, действующая на червяк
F_{t2} , Н	-32760	0	– тангенциальная сила в зацеплении, действующая на червяк
$t_{ном}$	0,899	0,000	– продолжительность действия $M_{ном}$ в цикле
$t_{макс}$	0,100	0,000	– продолжительность действия $M_{макс}$ в цикле
$t_{лик}$	0,001	0,000	– продолжительность действия $M_{лик}$ в цикле
$t_{сумм}$	1,00	0,00	– продолжительность цикла
Ресурс, ч	10000		– требуемый ресурс в часах
Ресурс, млн.об.	52,8		– требуемый ресурс в млн об
Координаты узлов			
D_{e2} , мм	320,00	320	– внешний диаметр спироидного колеса
D_{i2} , мм	220,00	220	– внутренний диаметр колеса
$D_{ср}$, мм	270	270	– средний диаметр колеса
l_1 , мм	41,7	41,7	– расстояние от центра колеса до двух третей диаметра расположения роликов
l_2 , мм	93,3	93,3	– расстояние от точки подшипника до центра полюса зацепления
h , мм	125,0	125,0	– расстояние между опорами по оси колеса
h_1 , мм	64,0	64,0	– расстояние от нижней опоры до делительной плоскости
Результат расчета реакций опор			
А			
X_a , Н	-27797	0	
Y_a , Н	-15987	0	
R_a , Н	32067	0	
В			
X_b , Н	-5263	0	
Y_b , Н	-16773	0	
R_b , Н	17579	0	
Z_a , Н	10800	0	
Проверка			
сумм X , Н	0	0	
сумм Y , Н	0	0	
Результаты расчета подшипников			
K_b	1,10	1,10	
K_t	1,05	1,05	
V	1,00	1,00	

Опора А (нижний подшипник)		
Тип	46218	
C , Н	114000	– динамическая грузоподъемность
C_0 , Н	89700	– статическая грузоподъемность
d , мм	90	– внутренний диаметр подшипника
D , мм	160	– наружный диаметр подшипника
T , мм	30	– ширина подшипника
p	3,00	
F_a/F_r	0,67	#ДЕЛ/0!
e	0,73	0,73
alpha, град	26,0	26,0
$0,83^*e$	0,61	0,61
X	0,40	#ДЕЛ/0!
Y	0,81	#ДЕЛ/0!
X_0	0,50	0,50
Y_0	0,37	0,45
a_{23}	0,90	0,90
$P_{экр}$, Н	2,39E+13	0,00E+00
$P_{экр}$, Н	33273	– эквивалентная динамическая нагрузка
P_{max} , Н	44320	0 – эквивалентная статическая нагрузка
L_h , млн.об.	36,197	– ресурс подшипника, млн об
L_h , ч	6855	– ресурс подшипника, ч
$K_{сб}$	2,02	#ДЕЛ/0!
Опора В (верхний подшипник)		
Тип	46217	
C , Н	98000	– динамическая грузоподъемность
C_0 , Н	81000	– статическая грузоподъемность
d , мм	80	– внутренний диаметр подшипника
D , мм	150	– наружный диаметр подшипника
B , мм	28	– ширина подшипника
p	3,00	
F_a/F_r	1,11	#ДЕЛ/0!
e	0,73	0,44
alpha, град	26,0	16,3
$0,83^*e$	0,61	0,37
X	0,40	#ДЕЛ/0!
Y	0,81	#ДЕЛ/0!
X_0	0,50	0,50
Y_0	0,37	0,75
a_{23}	0,90	0,90
$P_{экр}$, Н	1,02E+13	0,00E+00
$P_{экр}$, Н	25085	– эквивалентная динамическая нагрузка
P_{max} , Н	29544	0 – эквивалентная статическая нагрузка
L_h , млн.об.	53,666	– ресурс подшипника, млн об
L_h , ч	10164	– ресурс подшипника, ч
$K_{сб}$	2,74	#ДЕЛ/0!

Расчет шпоночных соединений ВЫХОДНОГО ВАЛА

	Вал-колесо	Вал-фланец	
Исходные данные			
$M_{кр\ макс.}$, Нм	4045	4045	– максимальный динамический крутящий момент
$M_{кр\ предельный}$, Нм	8089	8089	– предельный статический крутящий момент
$d_{вала}$, мм	95	60	– диаметр вала соединения
Материал			
Вал	40X M48	40X M48	
$[\sigma]_{см.}$, МПа	588	588	– допускаемые напряжения смятия
$\sigma_{в\ см.}$, МПа	1300	1300	– предел прочности по смятию
Втулка	40X M48	40X M48	
$[\sigma]_{см.}$, МПа	588	588	– допускаемые напряжения смятия
$\sigma_{в\ см.}$, МПа	1300	1300	– предел прочности по смятию
Шпонка	45 Н	45 В48	
$[\sigma]_{см.}$, МПа	252	504	– допускаемые напряжения смятия
$[\tau]_{ср.}$, МПа	102	204	– допускаемые напряжения сдвига
$\sigma_{в\ см.}$, МПа	610	1200	– предел прочности по смятию
$\tau_{ср.}$, МПа	360	950	– предел прочности на сдвиг
Параметры шпонки			
N шпонок	1	1	– фактическое число шпонок с учетом нера
b, мм	25	16	– ширина шпонки
h, мм	14	10	– высота шпонки
t ₁ , мм	9	6	– глубина паза на валу
f, мм	0,6	0,6	– размер фаски на шпонке
l_p , мм	принятый	50	60



Результаты проверочного расчета

Номинальный режим работы

Кзап			
Вал	2,08	1,01	– смятие
Втулка	2,62	1,58	– смятие
Шпонка	0,89	0,86	– смятие
Шпонка	1,44	1,40	– срез

$M_{кр\ макс\ доп.}$, Нм

Вал	8396	4072
Втулка	10578	6371
Шпонка	3598	3490
Шпонка	5843	5662

Предельный режим работы

Кзап.в			
Вал	2,29	1,11	– смятие
Втулка	2,89	1,74	– смятие
Шпонка	1,08	1,03	– смятие
Шпонка	2,55	3,26	– срез

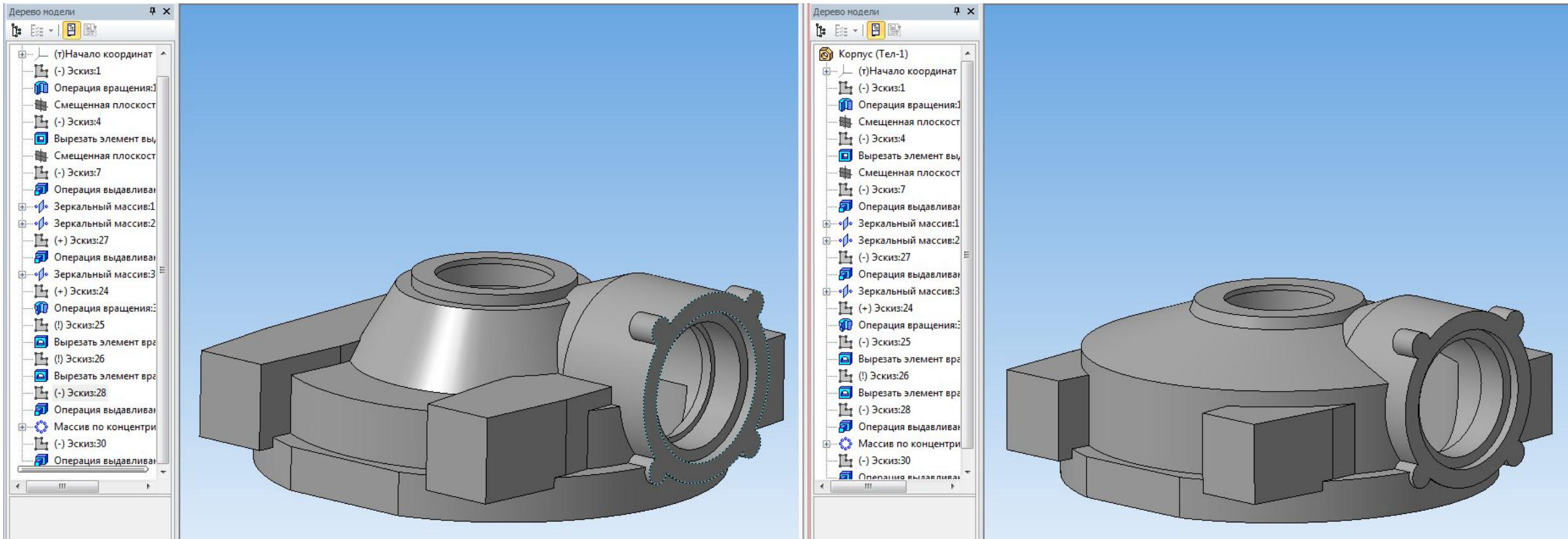
$M_{кр\ пред\ доп.}$, Нм

Вал	18564	9003
Втулка	23387	14085
Шпонка	8711	8310
Шпонка	20622	26369

Расчет болтового соединения горловина-корпус

<i>Исходные данные</i>	
Мкр, Нм	885,144 – крутящий момент на стыке
D2, мм	164
D1, мм	130
Dболтов,	172 – диаметр расположения болтов
f	0,3 – трение на стыке фланцев
fр	0,15 – трение в резьбе
fст	0,3 – трение на стыке болт-фланец(корпус)
F, Н	46000 – дополнительная осевая нагрузка
<i>Результаты расчета</i>	
Fa, Н	85964,4 – сила нормального давления на соединении
<i>Параметры болта</i>	
d, мм	12 – номинальный диаметр болта
d2, мм	10,863 – средний диаметр болта
d3, мм	9,853 – тело болта по впадинам
P, мм	1,75 – шаг болта
S, мм ²	76,25 – площадь сечения d3
W _x , м ³ мм ³	0,19 – полярный момент сопротивления сечения d3
<i>Класс прочности</i> – определяется применяемым материалом	
[сигма_т],	420 – предел текучести при растяжении
[сигма_р],	140 – допускаемые напряжения при растяжении
[tau_ср], М	84,5 – допускаемые напряжения при срезе
<i>Результат предварительного расчета</i>	
z	8,05311 – потребное число болтов по допускаемым напряжениям
z	6 – принятое число болтов
<i>Момент затяжки</i>	
пси, рад	0,05123
ро, рад	0,14889
d4, мм	18,2 – внешний диаметр нагруженного торца болта
<i>Результат проверочного расчета</i>	
Mr, Нм	15,7848 – момент на преодоление трения в резьбе
Mt, Нм	33,8365 – момент на преодоление трения на торце гайки
Mзат, Нм	49,6213 – момент затяжки
<i>Напряжения, возникающие в нагруженном сечении болта с учетом момента затяжки</i>	
tau_кр, Мг	84,0434 – скручивающее напряжение от затяжки болта
сигма_р, л	187,906 – растягивающее напряжение
сигма_ре	252,115 – суммарное напряжение по гипотезе октаэдрических напряжений
K_зап_т	1,66591 – запас по отсутствию пластических деформаций
Мкр.макс.	1475 – Максимальнодопустимый крутящий момент на выходном валу
<i>Напряжения среза, возникающие в болтах в случае недостаточной затяжки</i>	
Kраспред	0,75 – коэффициент неравномерности распределения нагрузки между болтами
Fокружно	2287,19 – окружное усилие на один болт
tau_среза	29,9969 – напряжения среза в сечении d3
K_зап_т	2,82 – запас по отсутствию пластических деформаций
Мкр.макс.	2493,41 – Максимально допустимый телом болта крутящий момент

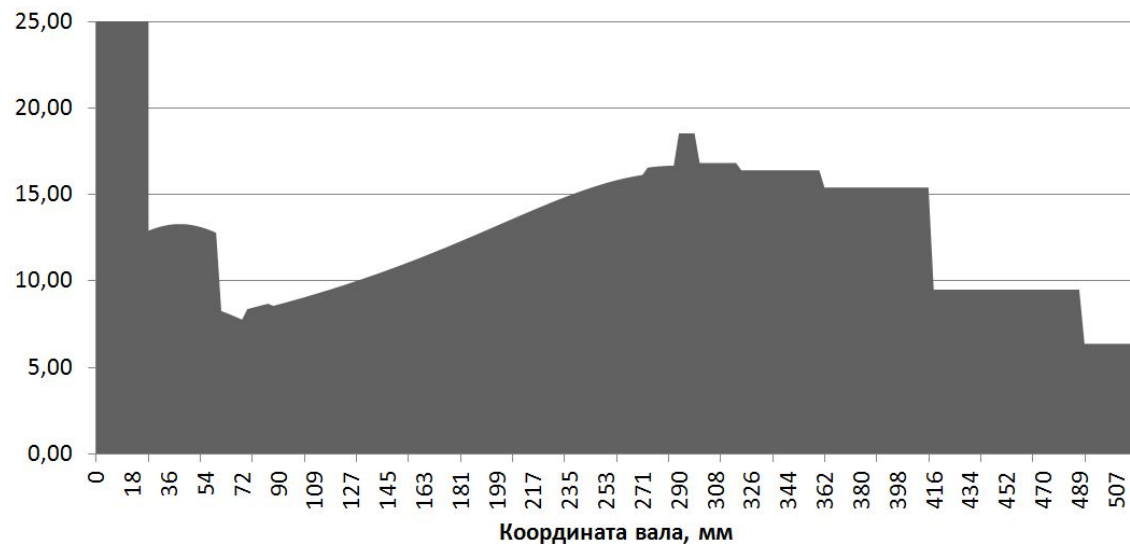
Процесс определения конечной конфигурации корпуса редуктора (Этап, предшествующий расчету МКЭ)



Представлены возможные варианты будущего корпуса редуктора

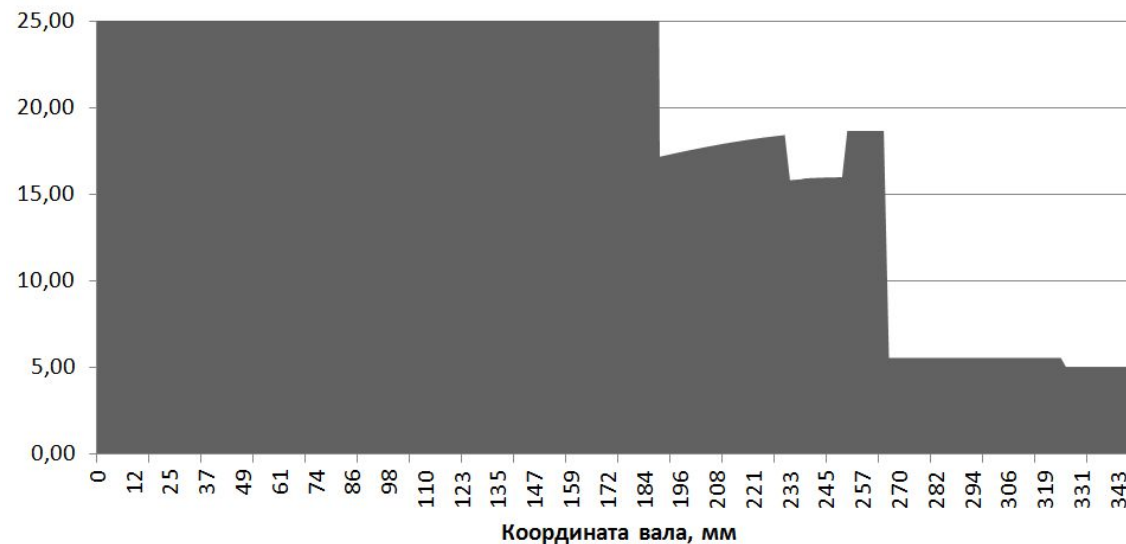
Результаты расчета входного и выходного валов на прочность

Коэф запаса прочности



Запасы прочности входного
вала

Коэф запаса прочности



Запасы прочности выходного
вала