

УДК 622.276:004.94

**СОЗДАНИЕ КОМПОНОВОЧНОЙ СХЕМЫ
РЕДУКТОРА СТАНКА-КАЧАЛКИ В
ПАРАМЕТРИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ В
КОМПАС-3D***Оседец В. А., Острицов И. В., Кадеров Х. К.,
Киреев С. О.*

Донской государственной технической
университет, Ростов-на-Дону, Российская
Федерация

oseledets48@gmail.comivan-ostricov77@yandex.rushamyl@rambler.rukireevso@yandex.ru

В статье рассматривается принцип создания компоновочной схемы редуктора в параметрическом режиме. Это дает возможность многократно использовать единожды построенную модель, значительно сокращает время на формирование ее новых модификаций.

Ключевые слова: параметризация, параметрический режим, редуктор.

Введение. Рассмотрев подробно все этапы, которые необходимо выполнить при проектировании редуктора, можно отметить, что этот процесс долговременный, связанный с выполнением определенной последовательности расчетов и компоновки основных элементов. Зачастую, для достижения результата необходимо сделать некоторое количество итераций. Для решения данной проблемы в САД-системах существуют функции параметризации, использование которых позволит значительно сократить время на создание эскиза / чертежа / модели любого редуктора.

Основная часть.

Таким образом для решения задачи необходимо пройти несколько этапов.

1. Выполнить параметризованный фрагмент редуктора станка-качалки

1. Разработать алгоритм автоматизации управления указанных параметров.

Мощность на выходе $P_3 = [\dots]$ кВт.

Частота вращения выходного вала привода $n_3 = [\dots]$ мин⁻¹.

С учетом ограниченности объема работы, для построения выбран редуктор с раздвоенной быстроходной косозубой передачей.

Фрагменты выполнены в графической системе КОМПАС-3D и представлены в виде сборочной единицы. В сборочную единицу включены фрагменты быстроходного вала, промежуточного вала, тихоходного вала, зубчатых колес и шестерен (рис. 1).

UDC 622.276:004.94

**CREATION OF THE LAYOUT SCHEME
OF PUMPING UNIT GEARBOX IN
PARAMETRIC MODE IN KOMPAS-3D***Oseledets V. A., Ostritsov I. V., Kaderov H. K.,
Kireev S. O.*

Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russian Federation

oseledets48@gmail.comivan-ostricov77@yandex.rushamyl@rambler.rukireevso@yandex.ru

The article considers the principle of creation of the gearbox layout scheme in parametric mode. This gives the possibility to reuse the built model, which significantly reduces time for creation of its new modifications.

Keywords: Parameterization, parametric mode, gearbox

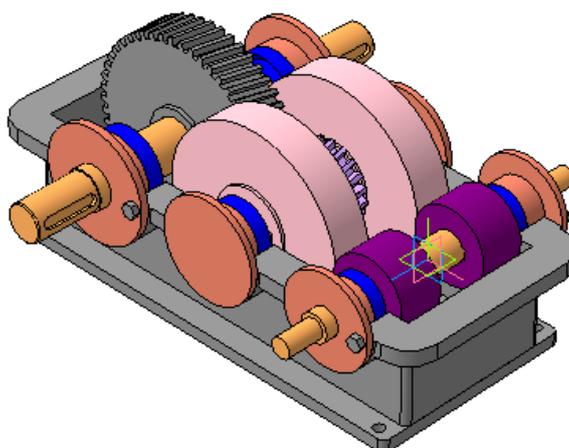


Рис. 1. Внешний вид косозубого редуктора станка-качалки с раздвоенной быстроходной ступенью.
3D модель

Основой для создания модели во всех графических системах является Фрагмент.

1. Алгоритм.

а) В меню «Файл» открываем пункты «Создать» – «Фрагмент» и создаем тихоходный вал с зубчатым колесом в соответствии с рассчитанными заранее размерами. После привязки к формулам все размеры вала будут меняться автоматически (рис. 2). Остальные валы с зубчатыми колесами-шестернями делаются по тому же принципу, только меняются названия переменных (рис. 3,4).

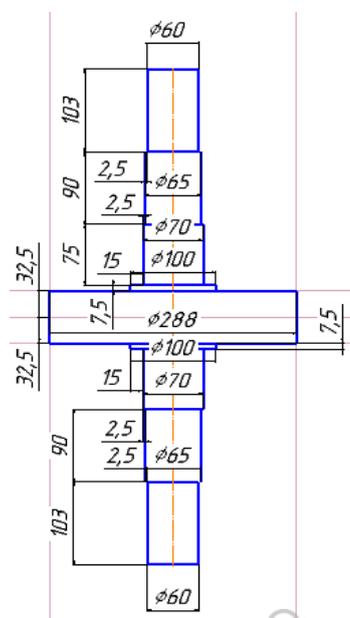


Рис. 2.

Тихоходный вал с
зубчатым колесом

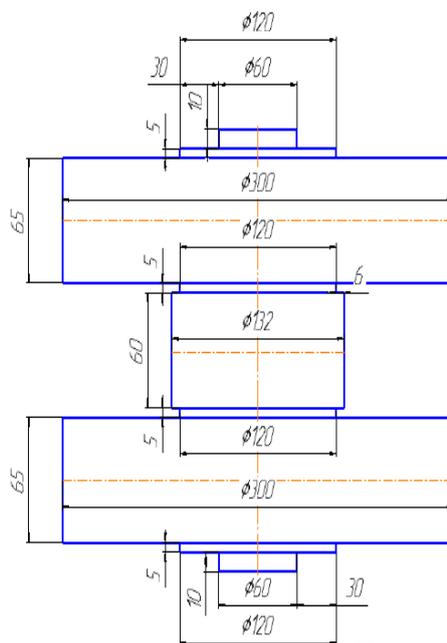


Рис. 3.

Промежуточный вал с зубчатыми колесами

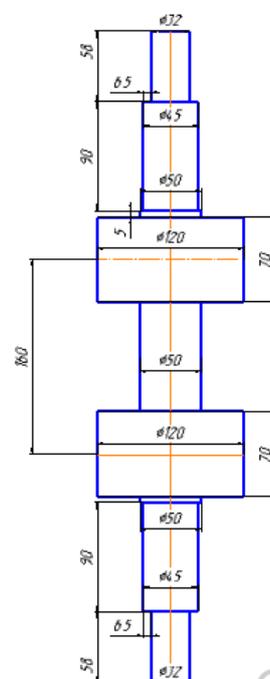


Рис. 4. Быстроходный вал с
шестернями

Промежуточный и быстроходные валы делаются с помощью функции «Коллинеарность» для экономии времени.

Этапы моделирования аналогичны последовательности создания моделей в системе Solid Edge. Однако система Solid Edge более удобна для создания параметризованных моделей как

отдельных деталей, так и сборочных единиц. В таблице переменных $f(x)$ список единиц измерений в системе КОМПАС-3D ограничен только единицами измерений расстояний и углов. В Solid Edge таблица «Типы единиц» содержит единицы измерения геометрических параметров — расстояния, угла (в градусах и радианах) и площади. Кроме того, в формулах можно оперировать такими величинами, как характеристика вещества (плотность, масса, теплопроводность), параметрами механики (скорость, ускорение, сила, давление). Единицы измерения охватывают области электричества (количество электричества, его проводимость, энергия), характеристики магнитных полей (напряженность, плотность магнитного потока). Предусмотрено использование для тепловых расчетов такие единицы измерения как температура, энтропия, теплопроводность. Одновременно нужно отметить, что в системе Solid Edge можно использовать таблицу переменных для выполнения расчетов, позволяющих оперировать формой и размерами геометрического объекта. Вместе с тем система Solid Edge позволяет отображать в 3D и автоматизировать управление такими параметрами как реакции опор, эпюры изгибающих моментов, площади сечений проката и другие. В этих случаях целесообразно использовать тип единицы Скаляр. Для этого в таблице переменных предусмотрены свободные строки. Для параметризации редуктора система КОМПАС-3D вполне подходит, т.к. эта CAD-система предназначена для широкого спектра проектно-конструкторских работ, лёгкая в освоении, удобная в работе. Она позволяет осуществлять двумерное проектирование и конструирование, быструю подготовку и выпуск разнообразной чертёжно-конструкторской документации, создание технических текстово-графических документов.

Переменные Ppt , ndv , nv , выделенные синим цветом в таблице, переменных означают, что это — «Внешние переменные», которые можно вынести в таблицы MS Excel. Переменная m , выделенная зеленым цветом, означает, что она также «Внешняя переменная», но задана формулой.

Выносить/загружать переменные в таблицы MS Excel нужно следующим образом: необходимо нажать на нужную переменную правой кнопкой мыши и выбрать статус «Внешняя», как показано на рис. 5 и 6.

Имя	Выражение	Значение
Ppt	7.0	7.0
ndv	2900.0	2900.0
nv	125.0	125.0
m	ROUND(1.5*aw/Z1)	2.0
T	9550*P3/n3	427.8263
T1	9550*P1/n1	23.0517
T2	9550*P2/n2	48.4928
c	0.25*m	0.50
h	1.0	1.0
Z1	144.0	144.0
Z2	150.0	150.0
Z3	66.0	66.0
Z4	Z2*1	150.0
Z5	60.0	60.0
Z6	Z5*1	60.0
d	2.50	2.50
Dv1	ROUND((16*T/94200000)^0.33...	43.0
Dvp1	(Dv1+2*d)	48.0
Dst1	Dvp1+2*d	53.0
d1	d*6	15.0
Dst	Dst1+2*d1	83.0
Ast	7.50	7.50
ASt	75.0	75.0
Ap1	90.0	90.0
Av1	103.0	103.0

Рис. 5. Внешние переменные

Имя	Выражение	Значение
Ppt	Сортировать по столбцу	7.0
ndv	Перенести вверх	2900.0
nv	Перенести вниз	125.0
m	Ссылка	2.0
T	Открыть файл-источник	427.8263
T1	Вырезать	23.0517
T2	Копировать	48.4928
c	Вставить	0.50
h	Удалить	1.0
Z1	Найти	144.0
Z2	Продолжить	150.0
Z3	Внешняя	66.0
Z4	Информационная	150.0
Z5	Сохранить выражение	60.0
Z6	Только чтение	60.0
d	Назначить допуск	2.50
Dv1	Использование переменной	43.0
Dvp1	Что неверно?	48.0
Dst1		53.0
d1		15.0
Dst		83.0
Ast		7.50
ASt		75.0
Ap1		90.0
Av1		103.0

Рис. 6. Внешние переменные

Это нужно проделать со всеми интересующими переменными. Далее нажимаем вкладку «Таблица переменных», как представлено на рис. 7.

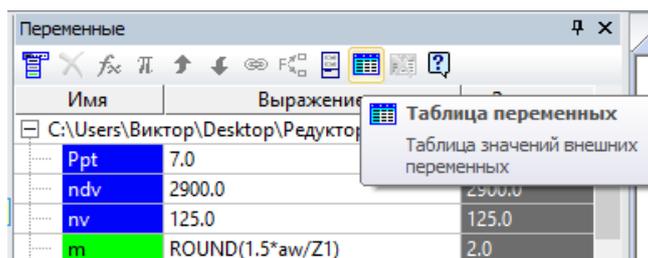


Рис. 7. Вкладка «Таблица переменных»

Открываем эту вкладку и нажимаем «Читать внешние переменные» (рис. 8а). Далее выгружаются все «Внешние переменные» (рис. 8б).

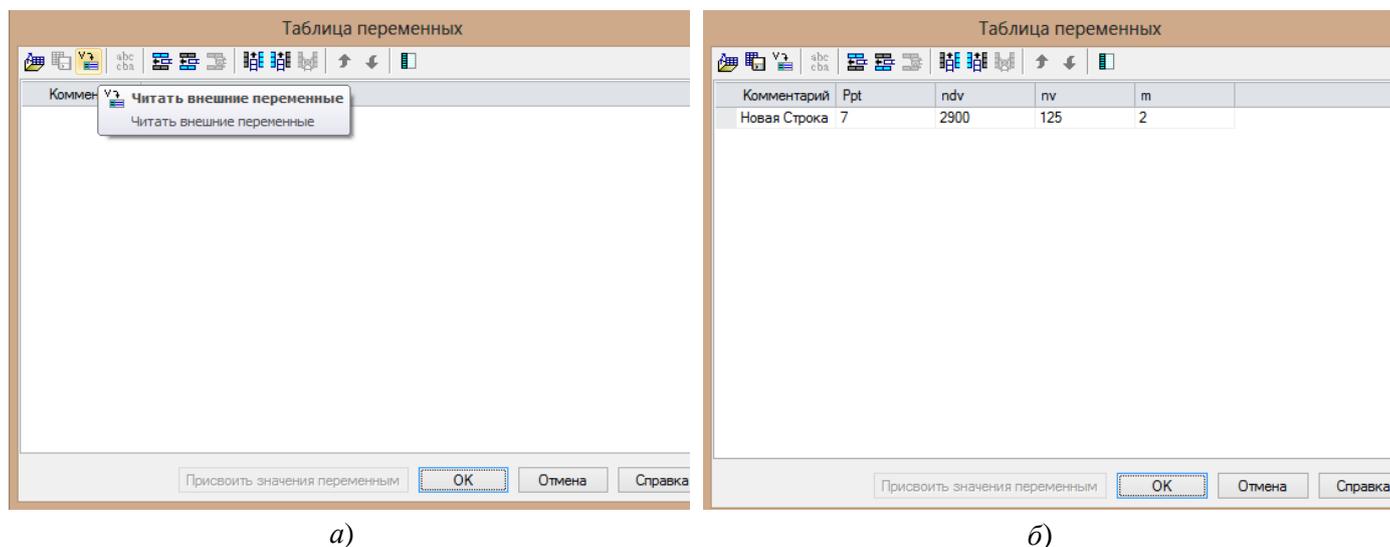


Рис. 8. а — Чтение внешних переменных;
б — Результат чтения переменных

После нажатия вкладки «Сохранить в файл», данные необходимо сохранить в формате таблицы *.xls, как показано на 9а и 9б.

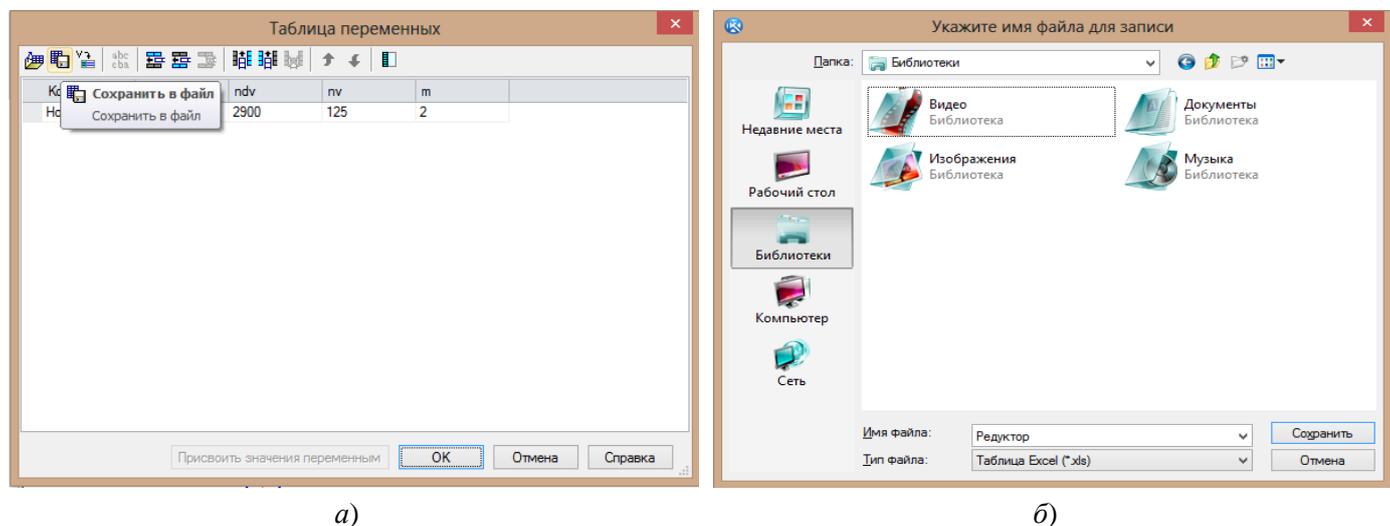


Рис. 9. а — Сохранение таблицы переменных; б — Выбор формата таблицы

Затем необходимо открыть полученный файл и прописать любые значения внешних переменных. Например, такие:

A	B	C	D	E
Комментарий	Ppt	ndv	nv	m
Новая Строка	7	2900	125	2
	11	1450	59	
	12	2000	50	

Рис. 10. Таблица переменных в MS Excel

Модуль задается формулой, поэтому прописывать ему значения не нужно. Его вообще можно не выносить в таблицы переменных.

Затем необходимо зайти обратно в программу КОМПАС-3D, нажать вкладку «Читать из файла» и выбрать сохраненный файл. После выбора нажать кнопку «Открыть» программа выдает окно, как на рис. 11, так был не заполнен столбец «m». После нажатия «ОК» видим, что программа КОМПАС-3D прогрузила все переменные, которые записали в MS Excel. Теперь необходимо выбрать любую строку. Нажать «Присвоить значения переменным» и программа КОМПАС-3D изменит редуктор в соответствии со всеми расчетами, которые имеются в таблице переменных.

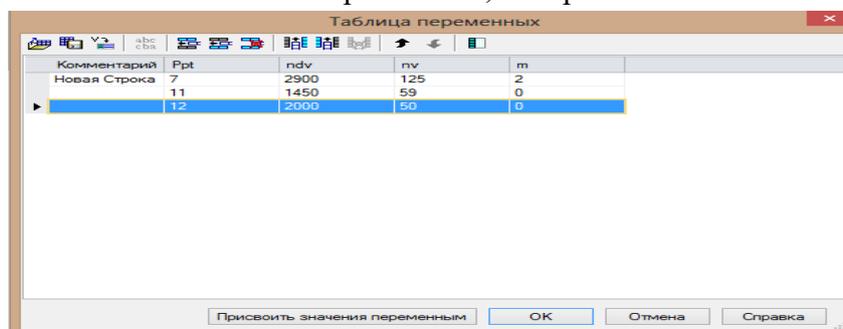


Рис. 11. Управляемая таблица переменных

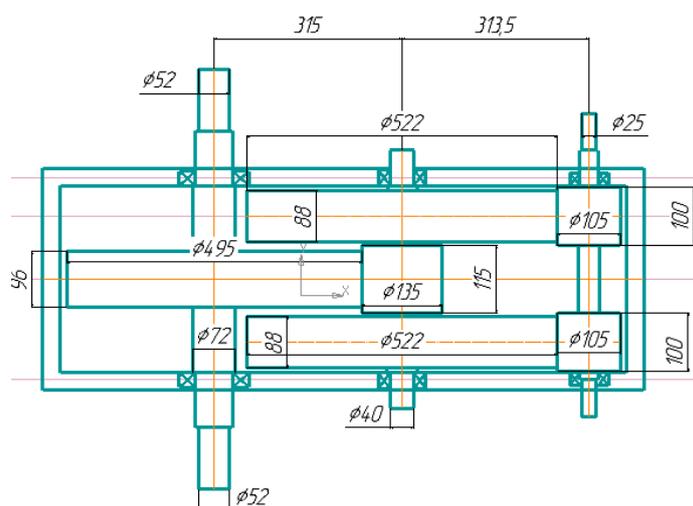


Рис. 12. Перестроенный редуктор с мощностью 5 кВт на тихоходном валу, угловой скоростью на тихоходном валу 55 мин^{-1} и угловой скоростью на быстроходном валу 1000 мин^{-1}

Весь список таблицы переменных представлен на рис.13.



Переменные	
Имя	
Ppt	5.0
ndv	1455.0
nv	129.0
m	CEIL(0.015*aw12)
T	9550*P3/n3
T1	9550*P1/n1
T2	9550*P2/n2
c	0.25*m
Z1	Z01-Z3
Z2	Z0-Z5
Z3	ROUND(Z01/(U2+1))
Z4	Z2*1
Z5	ROUND(Z0/(U1+1))
Z6	Z5*1
d	Ppt*1
Dv1	ROUND((16*T/94200000)^0.33
Dvp1	(Dv1+2*d)
Dst1	Dvp1+2*d
d1	d*6
Dst	Dst1+2*d1
Ast	7.50

Переменные	
Имя	
ASt	75.0
Ap1	90.0
Av1	103.0
B1	ROUND(0.26*AW)/2
aw1	(D1+D3)/2-(Dv1+Dv2)/2
B2	ROUND(0.28*aw)
Bst	B1+3*d
D1	Z1*m
D3	Z3*m
D2	Z2*m1
Dst2	Dv2+2*A
B3	ROUND(0.31*AW)
Dv2	ROUND((16*T2/94200000)^0.33*10
A	30.0
aw2	(D2+D5)/2-(Dv2+Dv3)/2
Dv3	ROUND((16*T1/94200000)^0.33*10
Dvp3	Dv3+d
Dst3	Dvp3+d
Avp3	90.0
B5	ROUND(0.32*aw)
Av3	58.0
D5	Z5*m1

Переменные	
Имя	
A1	340.0
Br	770.0
Dp1	27.50
Dp11	Dvp1+2*Dp1
Dp2	20.0
Dp22	Dv2+2*Dp2
Dp3	17.50
Dp33	Dvp3+2*Dp3
np	0.990
nz	0.970
nr	0.950
nm	0.980
n	np^3*nz^2*nr
Pdv	Ppt/n
Uobs	ndv/nv
U1	ROUND(1.25*Uobs^0.5)
U2	Uobs/U1
n1	ndv*1
n2	n1/U1
n3	n2/U2
w1	3.14*n1/30
w2	3.14*n2/30

Переменные	
Имя	
w3	3.14*n3/30
P1	Ppt
P2	P1*np*nz
P3	P2*np*nz*nr
aw	ROUND(Ka*(U1+1)*(T2*Khb/(Qba*Bhp)^2
b	0.4710
Z0	ROUND(2*aw*COS(b*3.14/180)/m1)
cosb	Z0*m/(2*aw11)
Z01	ROUND(2*aw*COS(b*3.14/180)/m)
m1	ROUND(0.01*aw)
AW	ROUND(Ka*(U2+1)*(T*Khb/(Qba1*Bhp)^2
Ka	430.0
Khb	1.080
Qba	0.250
Bhp	341.70
Qba1	0.3150
aw11	(D1+D3)/2
aw12	(D2+D5)/2
Lv2	B2+B3+B2+6.5+6.5+20
Lv1	aw11+aw12+D5/2+D1/2+20
a	Ppt*1
Dkp22	Dp22+59

Переменные	
Имя	
L11	139.0
L22	129.0
I01	52.50
I02	153.0
v234	Lv1
v241	B1*2
v242	D1
v243	B1
v244	B3
v245	D3
v246	B3/2
v247	30.0
v248	30.0
v249	30.0
v250	30.0
v251	10.0
v252	B2
v253	D2
v254	B2
v255	D2
v256	D1/2
v257	D2/2

Переменные	
Имя	
v257	D2/2
v258	B5
v259	D5
v260	D5/2
v261	B5
v262	B5/2
v263	B5/2
v265	aw12
v266	aw11
v267	Dv2
v268	d
v269	d
v272	Dv2
v273	Dv2*1.5
v274	Dv2*1.5
v276	D5/2
v277	d*1.5
v278	d*1.5
v282	-Dv2/2
v283	d
v284	a
v285	a

Переменные		Переменные		Переменные	
Имя		Имя		Имя	
v286	D3/2	v320	Dst3	v565	
v287	Dp2	v321	Dv3/2	v566	
v288	Dp22	v322	Dv3*2.5	v567	500.0
v289	Dp1	v323	Dvp3*2	v571	500.0
v293	d	v325	Dv3	v576	Ay
v294	Dvp1	v327	0.5*d	v577	By
v296	Dv1/2	v328	Dvp3	v578	Fr1
v297	Dv1	v333	Dv3/2	v579	Fr1
v298	Dv1*2	v334	Dv3*2.5	v583	Fr1*I01*0.005+50
v299	Dvp1*1.5	v336	Dst3	v584	200.0
v301	d	v337	d/2	v590	Ft1*I01*0.005+50
v305	Dv1*2	v338	D5	v599	Ay2*L22*0.002+50
v306	Dvp1*1.5	v339		v601	300.0
v307	Dv1	v395	Dp1	v602	Ft2*L22*0.001+50
v308	Dvp1	v396	Dp11	v604	T
v309	Dst1	v397	H1	v605	Fr1*I01*0.005
v310	a	v398	Dp3	v606	Ft1*I01*0.005
v311	a	v399	Dp33	v616	By2*L11*0.002
v312	Dv3	v400	H3	v617	Ay2*L22*0.002
v317	d/2	v401	Dp1	v619	Fkp*L11*0.001
v318	Dvp3	v402	Dp11	v621	Ft2*L22*0.001
v319	d/2	v403	H1	v622	Fkp*L11*0.001

Рис. 13. Полный список таблицы переменных

Компоновочная схема редуктора включает более 200 размеров. Отображение всех размеров приведет к тому, что прочесть такой чертеж будет невозможно. Здесь (рис. 12) показаны только основные размеры, остальные скрыты [1]. Далее, выбрав нужную строку из этой таблицы и изменив цифровое значение, компоновочная схема будет меняться в соответствии с выбранным параметром [4].

Заключение

1) Построена модель компоновки редуктора станка-качалки, позволяющая посредством варьирования исходных данных оптимизировать его основные кинематические и геометрические параметры.

2) Представлен подробный алгоритм управления изображением и размерами редуктора станка-качалки и его составных частей как внутри системы КОМПАС-3D, так и из файла MS Excel.

Проанализировав все этапы развития редуктора, можно прийти к выводу, что имеется большое количество наработок (ГОСТов, ТУ, ОСТов, модификаций и т.п.). До настоящего времени для создания новой модели редуктора конструктору необходимо было проходить все пути конструирования.

Использование возможностей автоматизированного проектирования позволит систематизировать все наработки за все годы производства редукторов в нашей стране, позволит проектировать и создавать компоновочные схемы любых модификаций редукторов от уже имеющихся в разных типоразмерах до создания новых модификаций.

При параметрическом проектировании инженер-конструктор получает следующие преимущества перед обычным режимом черчения, т. к. параметризация позволяет:

- Экономить больше времени на создание рабочей компоновочной схемы/ чертежа/ модели;
- Многократно использовать один и тот же продукт при разных параметрах входной мощности;
- Производить силовой расчет, не применяя других программ;
- Присваивать индивидуальное имя каждому размеру;
- Задавать значения размеров формул;
- Задавать объекты ограничения (перпендикулярность, параллельность и т.п.)
- Параметризация имеет язык функций (\sin , \cos , \tan) и математических операций (floor , round , ceil и т.д.).

Библиографический список

1. КОМПАС-3D V16. Руководство пользователя [Электронный ресурс] / Служба технической поддержки компании АСКОН. Всесторонняя помощь пользователям систем КОМПАС, ЛОЦМАН, ВЕРТИКАЛЬ, Корпоративных Справочников и прикладных библиотек. — Режим доступа : https://support.ascon.ru/library/documentation/items/?dl_id=737 (дата обращения: 15.06.2017).

2. Чередниченко, О. П. Графические системы как средство повышения качества инженерной подготовки студентов / О. П. Чередниченко, Х. К. Кадеров, С. Герасименко // Тенденции и перспективы развития современного научного знания: материалы X Междунар. науч.-практ. конф., 7 апр. Ин-т стратегических исследований. — Москва, 2014.