ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

Создание электронной модели лопатки паровой турбины в среде NX

Цель работы: Приобретение навыков построения моделей с поверхностями свободной формы.

I Порядок выполнения работы

Внимательно изучить чертеж, выработать стратегию создания электронной модели. Продумать оптимальное использование инструментальных средств, для выполнения лабораторной работы с целью экономии времени. Приступить к выполнению задания

Ознакомиться с созданием сплайнов в модуле Моделирование.

Выполнить на компьютере примеры, разобранные в методическом пособии и приложении к лабораторной работе.

Записать созданную часть на диск.

Сдать преподавателю отчет по работе в виде выполненного моделирования на экране компьютера, ответить на вопросы.

Построение лопатки паровой турбины.

Создайте новый файл. В главном меню выбираем опцию **Файл/создать** или



иконку Создать из панели инструментов.

Единицы измерения выберите миллиметры

Лопатка паровой турбины представлена набором сечений, каждое сечение состоит из набора точек. Все точки каждого сечения приведены в таблице, рисунок 4. Создание лопатки паровой турбины начинаем с задания точек сечений. В каждом сечении своя система координат, которую надо установить перед заданием точек. Общий рисунок задания системы координат приведен на рисунке 1. Нам необходимо создать исходную точку, в которую мы будем возвращаться после построения очередного сечения. За исходную точку для построения принимаем точку абсолютной системы координат, обозначенная стрелкой, рисунок 1.

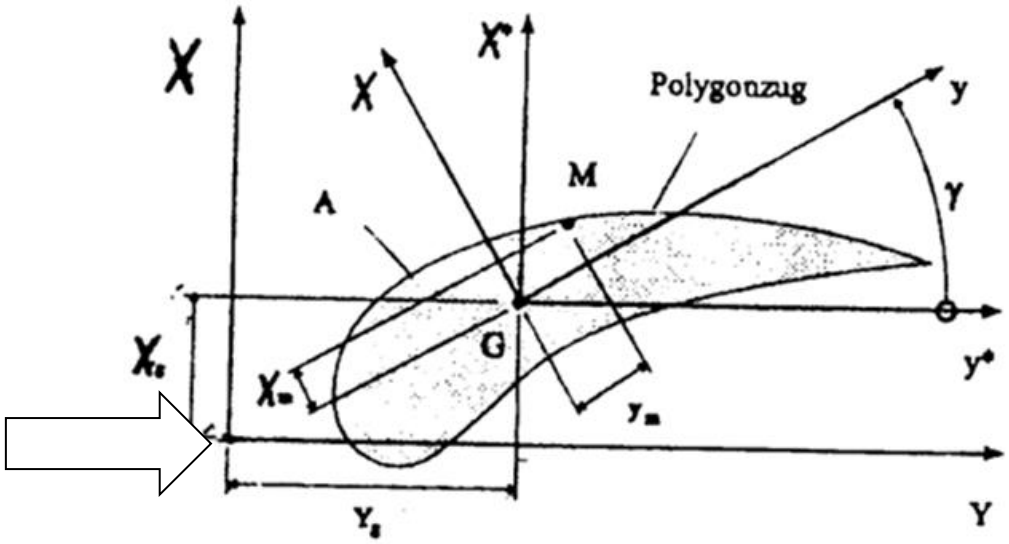


Рисунок 1. Система координат сечений

Система координат каждого сечения перемещается относительно исходной точки по оси X, Y и Z. Ещё поворачивается на угол гамма, рисунок 2.

Сечение 1
Z= 0,00 мм
X = 13,38 мм
Y = 0,16 мм
γ = 8.0 градусов

Рисунок 2. Смещение исходной точки для третьего сечения

Обратим внимание что при повороте угла гамма ось Y перемещается в сторону X, (меню – формат – РСК – вращение), рисунок 3.

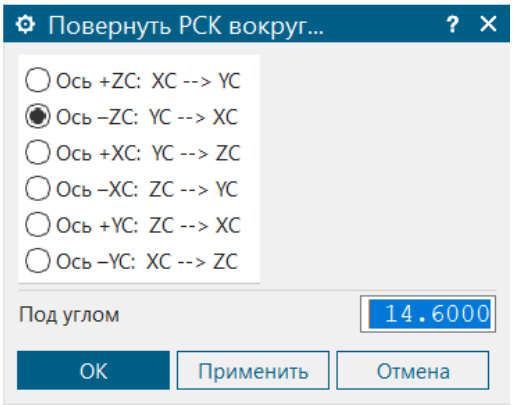


Рисунок 3. Поворот РСК на угол гамма

Координаты точек каждого сечения представлены в табличном виде на рисунке 4.

Сечение 1 Z= 0,00 мм		
№	X мм	Y мм
1	23,67	-6,51
2	23,18	-11,74
3	22,23	-15,08
4	21,03	-17,65
5	18,62	-21,01
6	15,22	-24,32
7	10,81	-27,37
8	7,73	-28,81
9	6,16	-29,22
10	5,30	-29,25
11	4,35	-28,51
12	4,17	-27,36
13	4,68	-25,83
14	8,16	-19,50
15	10,26	-13,65
16	11,20	-7,68
17	11,15	-0,87
18	9,62	8,07
19	8,25	12,91
20	3,82	25,43
21	-0,84	35,96
22	-0,80	36,47
23	-0,28	36,86
24	0,45	37,08
25	1.10	36,93
26	2,32	36,02
27	4,26	34,05
28	6,08	31,66
29	10,33	25,20
30	15,18	17,34
31	20,25	7,76
32	22,67	1,37
33	23,55	-3,56
X = 13,38 мм		
Y = 0,16 мм		
γ = 8.0 градусов		

Сечение 2 Z= 44,45 мм		
№	X мм	Y мм
1	23,21	-7,58
2	22,86	-11,54
3	21,95	-14,83
4	20,55	-17,67
5	18,20	-20,93
6	16,20	-23,87
7	10,74	-26,75
8	9,22	-27,36
9	7,83	-27,62
10	7,20	-27,40
11	6,55	-26,83
12	6,23	-25,98
13	6,23	-24,90
14	6,64	-23,93
15	7,34	-22,73
16	9,38	-18,63
17	11,13	-12,99
18	11,75	-7,84
19	11,30	-0,82
20	9,97	5,39
21	8,29	10,37
22	3,14	22,73
23	-2,29	32,87
24	-2,42	33,38
25	-2,37	33,61
26	-1,95	34,18
27	-1,47	34,47
28	-0,95	34,50
29	-0,46	34,19
30	0,85	33,19
31	3,81	30,22
32	8,05	24,66
33	15,66	13,40
34	18,19	9,28
35	21,34	2,68
36	22,79	-2,78
X = 13, 17 мм		
Y = 0,13 мм		
γ = 11.6 градусов		

Сечение 3 Z= 88,89 мм		
№	X мм	Y мм
1	22,38	-10,14
2	21,83	-13,27
3	20,90	-15,81
4	18,96	-19,17
5	16,97	-21,50
6	14,41	-23,65
7	12,12	-25,00
8	9,77	-25,68
9	8,62	-25,36
10	8,17	-24,98
11	7,78	-24,16
12	7,68	-23,31
13	7,98	-22,50
14	9,92	-18,33
15	11,45	-13,30
16	12,09	-8,09
17	11,77	-2,24
18	10,38	3,78
19	7,98	10,37
20	4,26	18,11
21	1,43	23,07
22	-3,11	29,92
23	-3,70	31,12
24	-3,67	31,39
25	-3,25	31,81
26	-2,81	32,10
27	-2,00	31,86
28	0,29	30,31
29	2,17	28,60
30	4,35	26,23
31	8,25	21,32
32	14,11	13,34
33	18,25	6,90
34	21,00	1,02
35	22,10	-3,13
X = 12,93 мм		
Y = 0,07 мм		
γ = 14.6 градусов		

Сечение 4 Z= 133,33 мм		
№	X мм	Y мм
1	21,71	-10,39
2	21,19	-13,38
3	20,34	-15,74
4	18,64	-18,76
5	17,12	-20,57
6	14,45	-22,67
7	11,14	-23,82
8	10,53	-23,70
9	9,91	-23,28
10	9,54	-22,62
11	9,31	-21,79
12	9,65	-20,45
13	11,15	-15,99
14	12,16	-10,47
15	12,18	-5,15
16	11,30	-0,11
17	9,15	5,96
18	5,58	13,40
19	1,32	20,17
20	-3,71	26,73
21	-4,90	28,28
22	-4,93	28,76
23	-4,46	29,38
24	-4,32	29,45
25	-3,77	29,46
26	-2,88	29,06
27	0,33	26,78
28	2,01	25,29
29	4,46	22,75
30	9,68	16,69
31	15,42	9,45
32	18,96	3,59
33	20,83	-1,36
34	21,67	-5,96
X = 12,59 мм		
Y = 0,17 мм		
γ = 18.1 градусов		

Сечение 5 Z= 177,77 мм		
№	X мм	Y мм
1	21,24	-9,58
2	20,95	-12,40
3	20,02	-15,54
4	18,91	-17,75
5	17,68	-19,46
6	16,33	-20,76
7	14,99	-21,64
8	13,95	-21,96
9	12,98	-22,05
10	12,16	-21,61
11	11,63	-20,36
12	11,65	-19,86
13	12,61	-15,02
14	12,86	-11,72
15	12,75	-8,01
16	12,03	-3,77
17	10,37	1,34
18	8,36	5,72
19	4,39	12,47
20	-0,41	19,19
21	-5,28	24,98
22	-5,92	25,82
23	-6,06	26,39
24	-5,83	26,59
25	-5,36	26,86
26	-4,31	26,41
27	-2,49	25,33
28	0,35	23,19
29	1,99	21,72
30	3,62	20,13
31	8,43	15,20
32	13,00	10,11
33	17,70	3,59
34	19,76	-0,89
35	20,88	-5,31
X = 12,16 мм		
Y = 0,49 мм		
γ = 23.0 градуса		

Сечение 6 Z= 222,28 мм		
№	X мм	Y мм
1	20,74	-10,35
2	20,40	-13,60
3	19,84	-15,71
4	18,91	-17,67
5	17,58	-19,34
6	16.62	-20,05
7	15,37	-20,48
8	15,05	-20,45
9	14,73	-20,36
10	14,40	-20,15
11	14,26	-19,98
12	14,14	-19,72
13	13,97	-18,99
14	14,04	-16,39
15	13,96	-12,23
16	13,32	-7,93
17	11,93	-3,26
18	9,85	1,48
19	5,12	9,35
20	0,87	14,88
21	-2,99	19,08
22	-6,82	22,78
23	-7,39	23,52
24	-7,48	23,83
25	-7,27	23,99
26	-6,84	24,04
27	-6,37	23,87
28	-5,07	23,29
29	-2,73	21,99
30	1,38	18,89
31	4,76	15,92
32	10,57	10,40
33	14,19	6,50
34	18,47	0,05
35	20,01	-4,33
36	20,69	-8,62
X = 11,79 мм		
Y = 0,56 мм		
γ = 28.1 градусов		

Рисунок 4. Координаты точек сечений

Приступаем к построению, открываем новый файл, в графическом окне видим систему координат, где она стоит там и будет наша исходная точка. Перемещаем рабочую систему координат (РСК) в положение для первого

сечения (Меню – Формат – РСК – либо Динамическое изменение, либо – Начало и Вращение), рисунок 5.

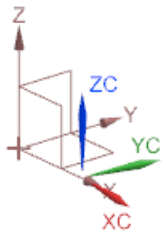


Рисунок 5. Система координат первого сечения

Делаем вид сверху и в плоскости X – Y, ставим точки первого сечения как объект т.е. они не исчезнут из графического окна. Меню – Всавить – База – Точка, рисунок 6.

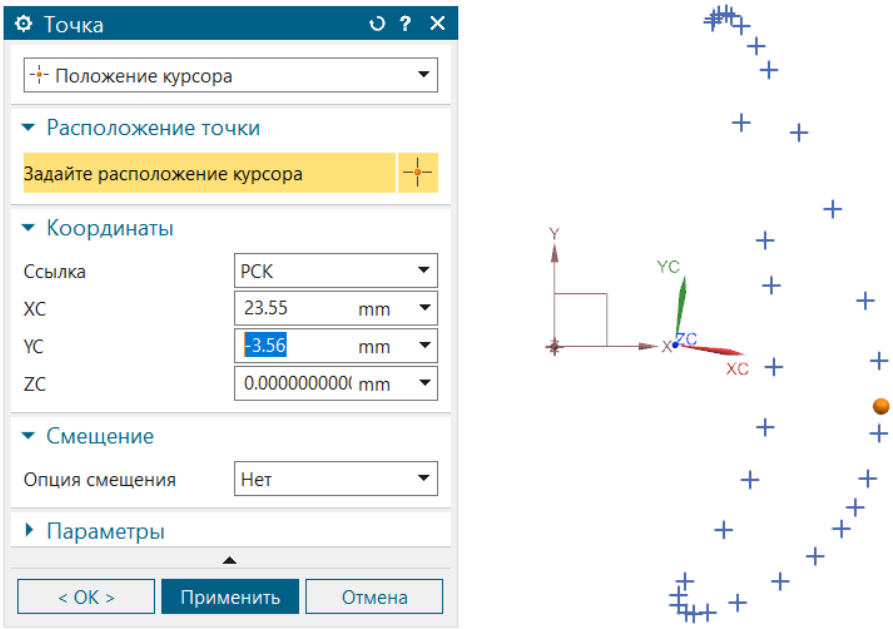


Рисунок 6. Точки первого сечения

Вернём систему координат в исходную тоску (Меню – Формат – РСК – Установить РСК в абсолютную). Построенные точки, чтобы они не мешали для следующего построения перенесём на 2 слой и сделаем его невидимым (Меню – Формат – Переместить на слой), появляется меню выбора объектов, выбираем построенные точки и переносим на второй слой, рисунок 7.

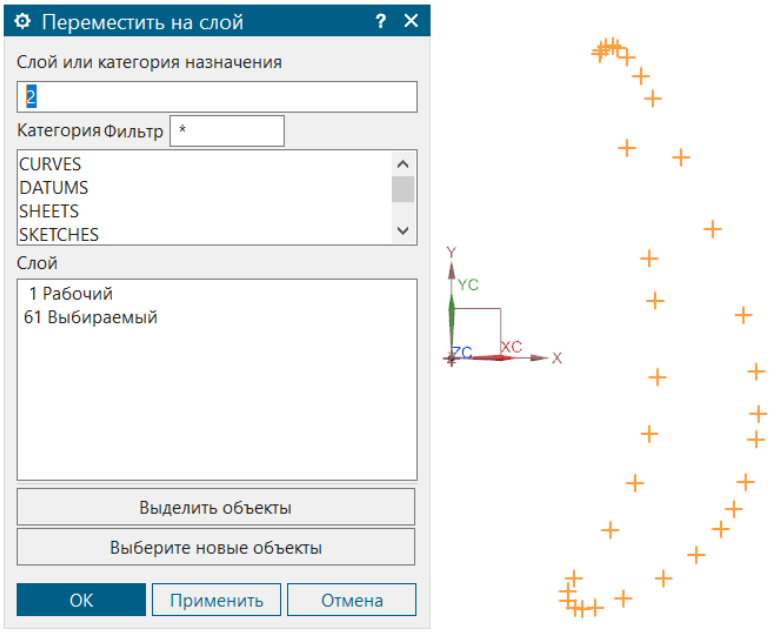


Рисунок 7. Перенос точек на 2 слой

Точки перемещены на второй слой, этот слой Выбираемый а значит видимый. Делаем точки невидимыми, Меню – Формат – Настройки слоя. Снимаем галочку у второго слоя, после этого точки окажутся на невидимом слое, рисунок 8.

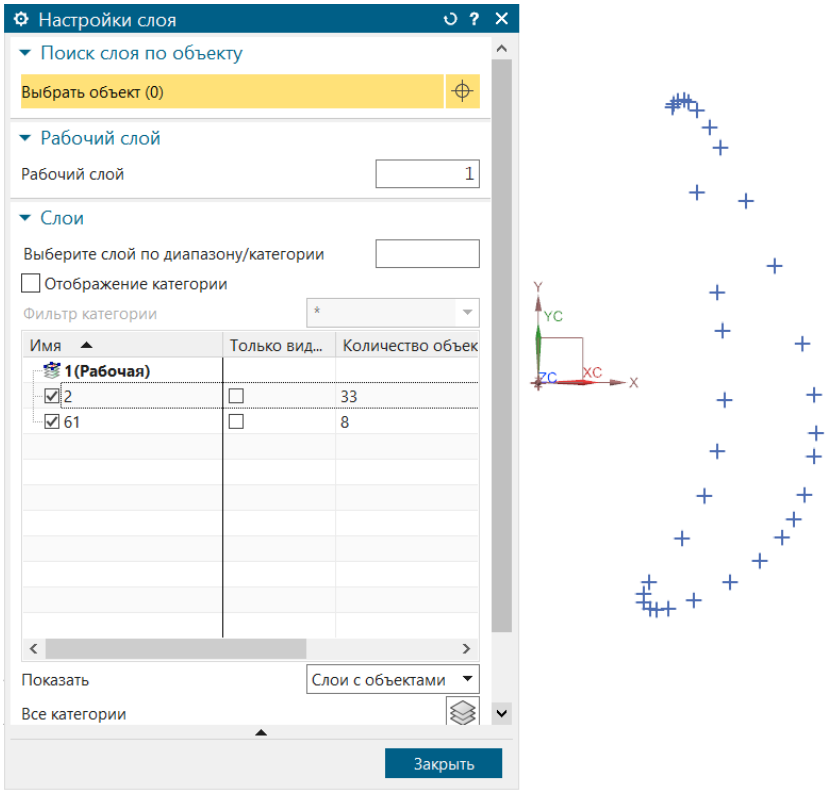


Рисунок 8. Назначение невидимого слоя

Аналогично создаем точки остальных сечений. Все точки, разнесённые по слоям на виде сверху представлены на рисунке 9.

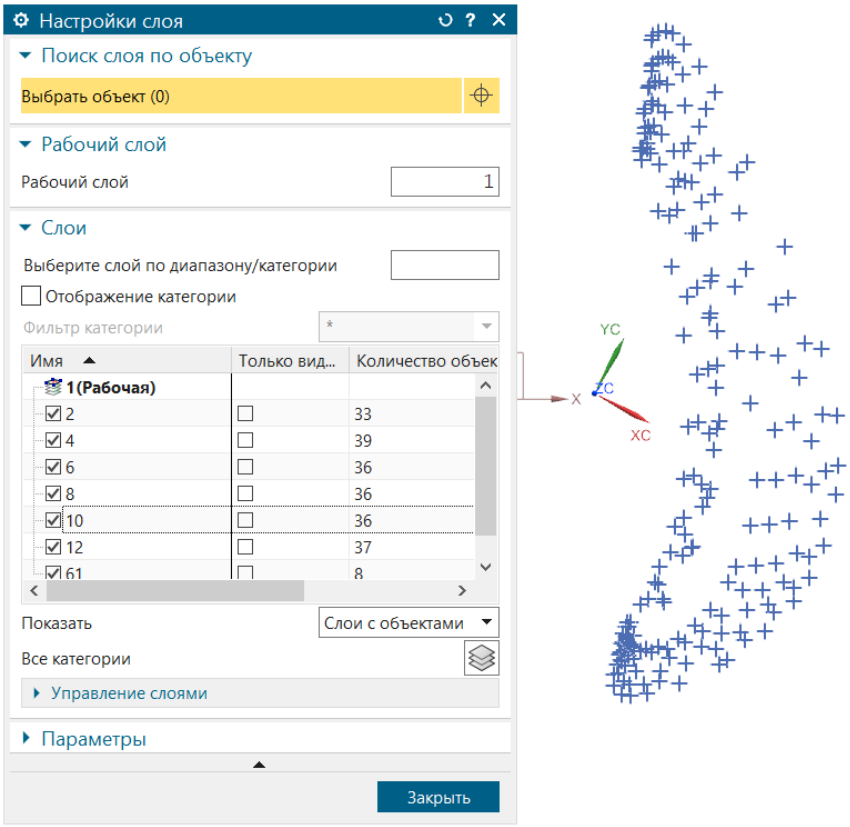


Рисунок 9. Вид сверху на точки

Точки в изометрии, рисунок 10.

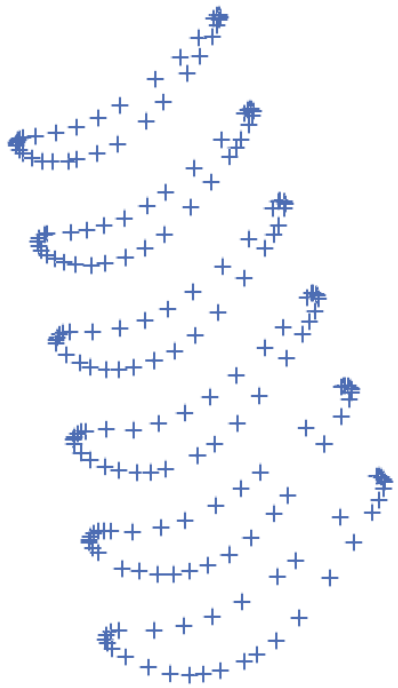


Рисунок 10. Точки в изометрии

По этим точкам сечений прорисуем кривые, которые называются **Сплайн.** Начала кривых в каждом сечении по оси Z должны начинаться приблизительно с одной точки для того чтобы правильно построилась поверхность свободной формы по сечениям. Скроем все сечения кроме первого, рисунок 11.

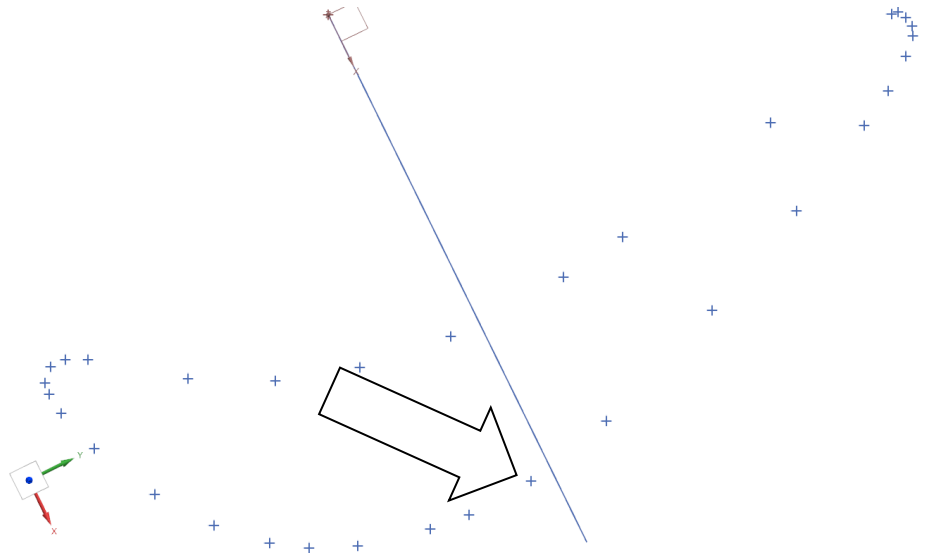
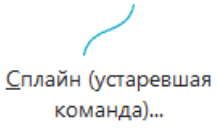


Рисунок 11. Точки первого сечения

Я прочертил линию, чтобы знать начало выбора точки сплайна в каждом сечении. Начальная точка отмечина стрелкой, рисунок 11. Вызываем меню сплайна 

. Выбираем через точки, рисунок 12.

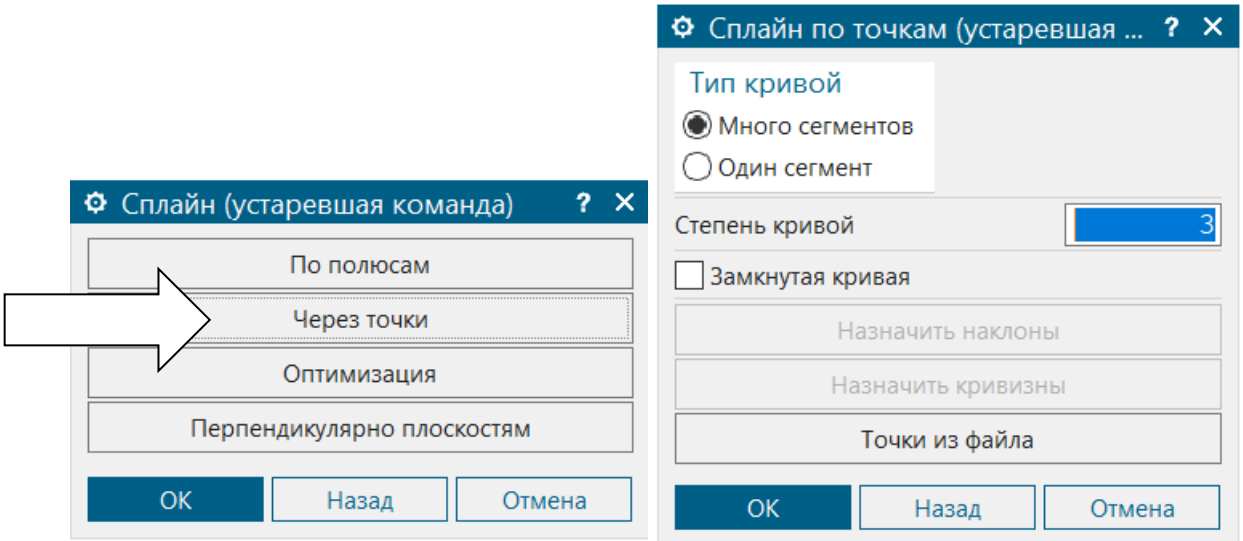


Рисунок 12. Меню сплайна через точки

Нажимаем ОК, в следующем меню выбираем конструктор точек. В меню точки выбираем Существующая точка и курсором последовательно

указываем все точки сечения. Поскольку мы не поставили галочку, в меню рисунок12, Замкнутая кривая, последнюю точку соединяем с первой, выбирая её ещё раз.

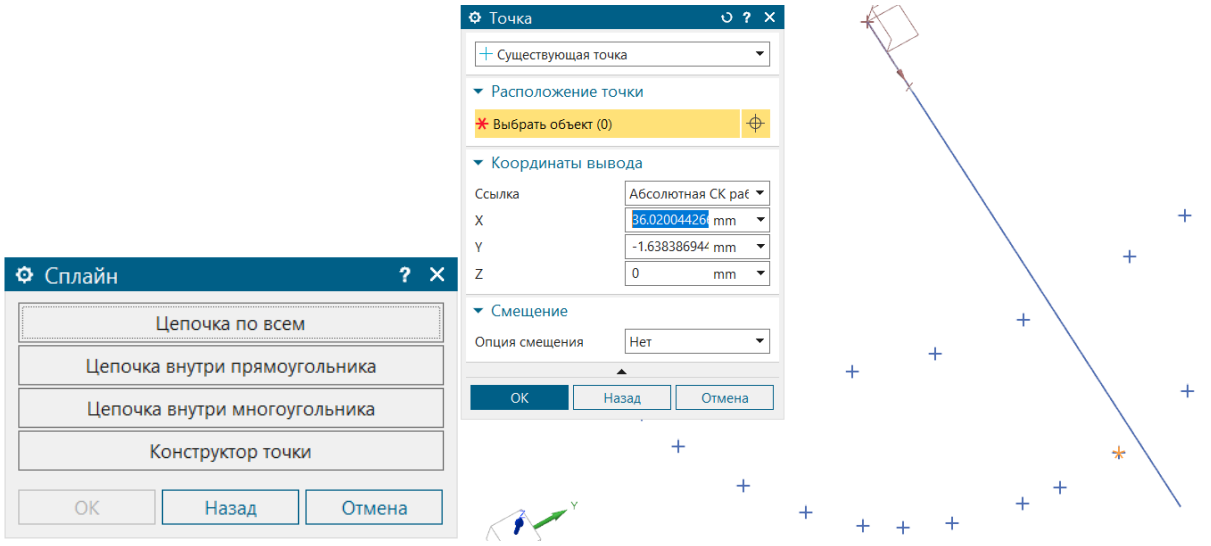


Рисунок 13. Выбор точек сплайна

После выбора всех точек подтверждаем что закончили выбор, нажимаем Да, рисунок14.

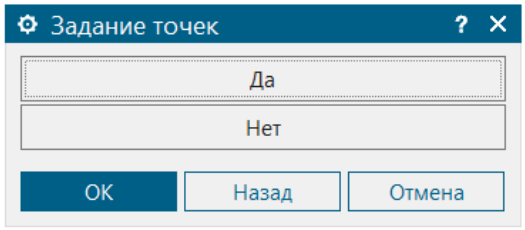


Рисунок 14. Подтверждение что все точки выбраны

Далее систем а спрашивает, надо ли назначать наклоны на концах, рисунок 15.

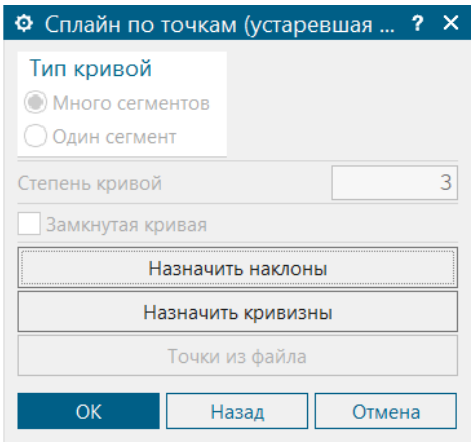


Рисунок 15. Меню назначения наклонов и кривизны

Мы ничего назначать не будем и нажимаем Ок, криавя (сплайн) первого сечения построена, рисунок 16.

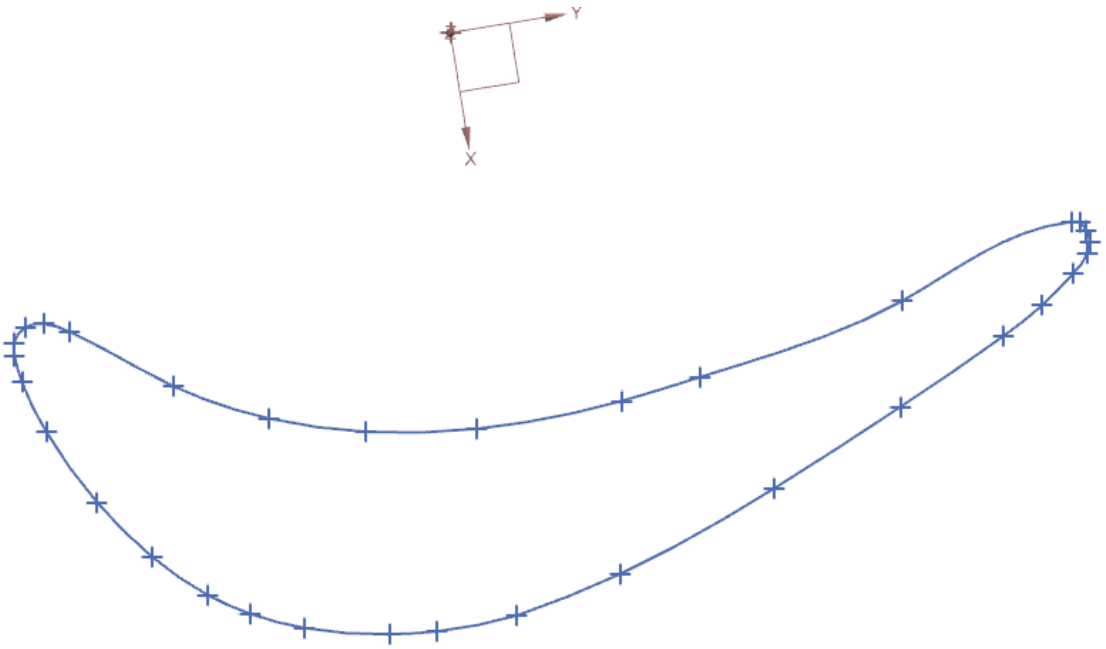


Рисунок 16. Сплайн первого сечения построенного по точкам

Перенесём построенный сплайн на 3 слой, сделаем его и точки невидимыми. Точки второго сечения покажим (включим галочку у 4 слоя, точки будут видны и выбираемы). По эти точкам построим второй сплайн аналогичным способом, рисунок 17.

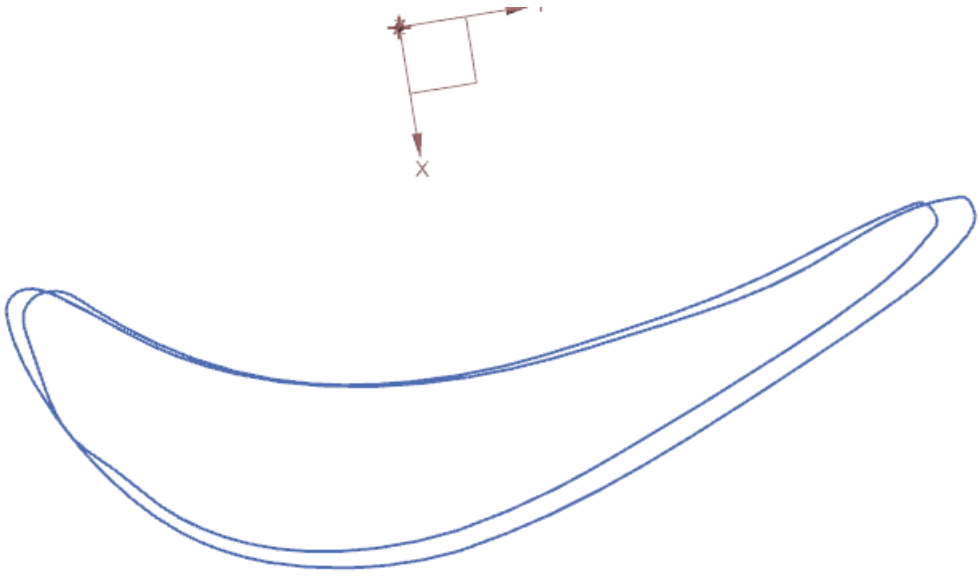


Рисунок 17. Второй сплайн

Аналогично строим сплайны остальных сечений, показываем все сплайны точки делаем невидимыми, рисунок 18.

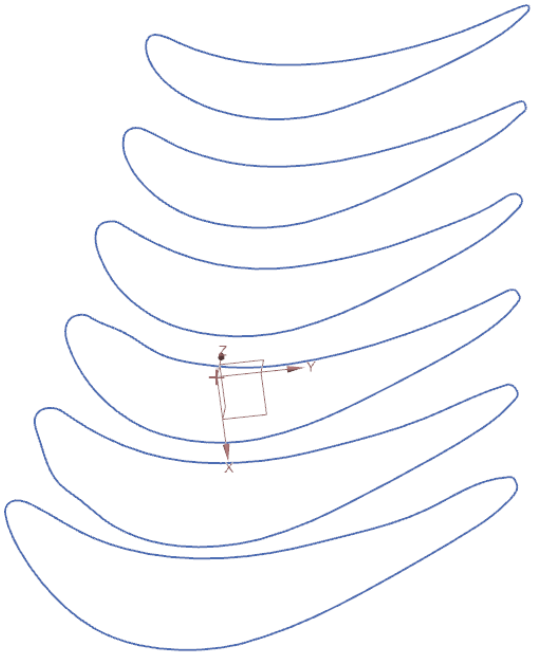


Рисунок 18. Сплайны сечений

Построим тело свободной формы по сечениям (Меню – Вставить – Поверхность по сетке кривых - По сечениям). Выбираем первое сечение, система ставит вектор из начала сплайна, нажимаем кнопку в меню Добавить сечение. Цвет сечения меняется после этого выбираем следующее сечение. Метод выравнивания ставим По точкам, для того чтобы было можно за точки корректировать поверхность, добиваясь наилучшего результата, рисунок 19.

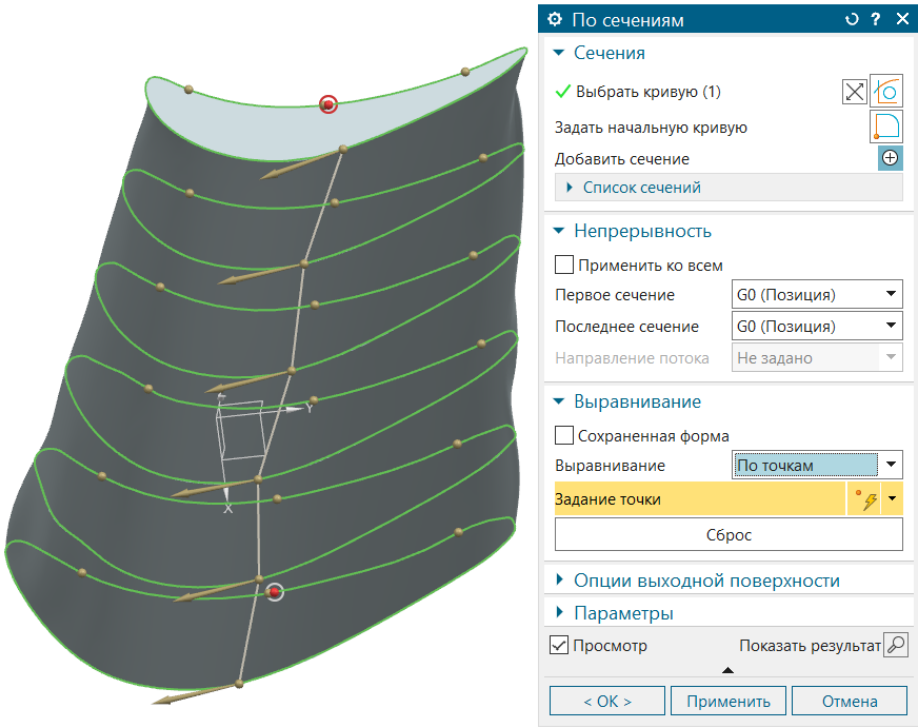


Рисунок 19. Поверхность по сечениям

Берём курсором за точки и передвигаем по сплайнам сечений, тем самым корректируем поверхность лопатки паровой турбины, рисунок 20.

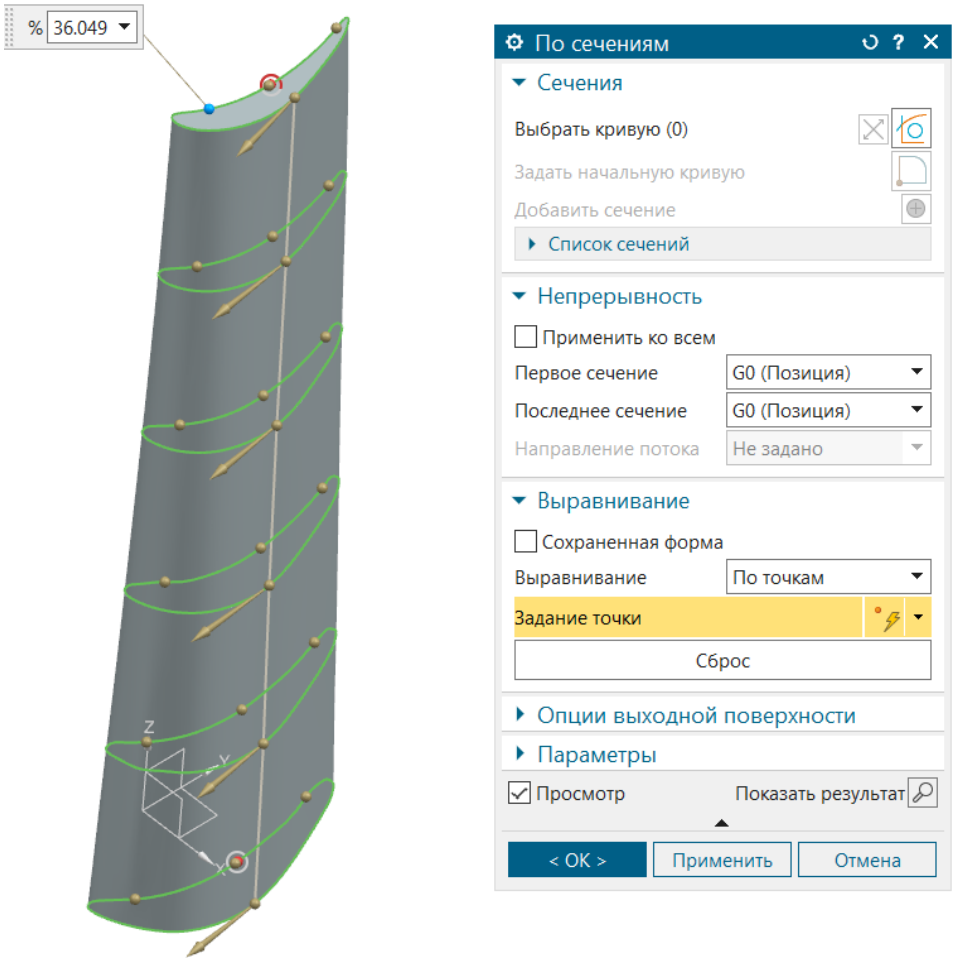


Рисунок 20. Лопатка после выравнивания

Нажимаем ОК, отключаем слои со сплайнами, лопатка построена, рисунок 21.

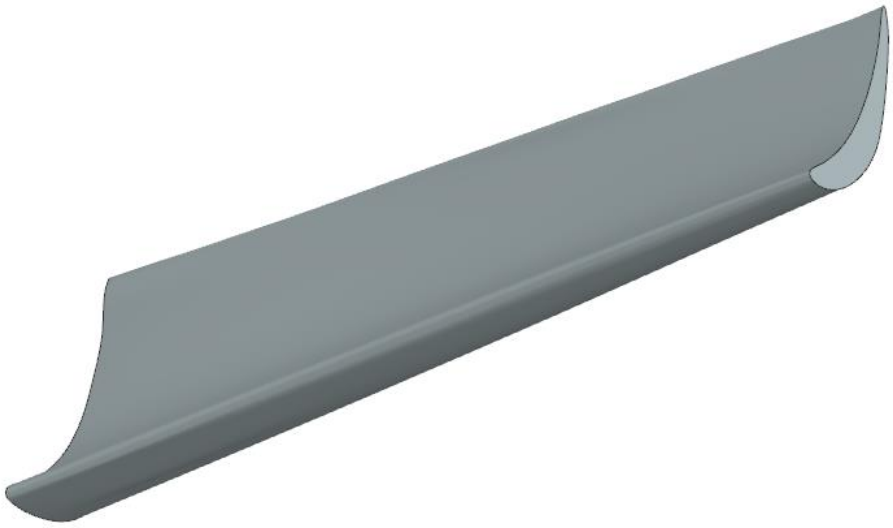


Рисунок 21. Готовая лопатка паровой турбины

Самостоятельно изготовить рабочее колесо паровой турбины с созданными лопатками, как представлено на рисунке 22. Предать ему непрерывное вращение (Меню – Вид – Операция – Вращение).

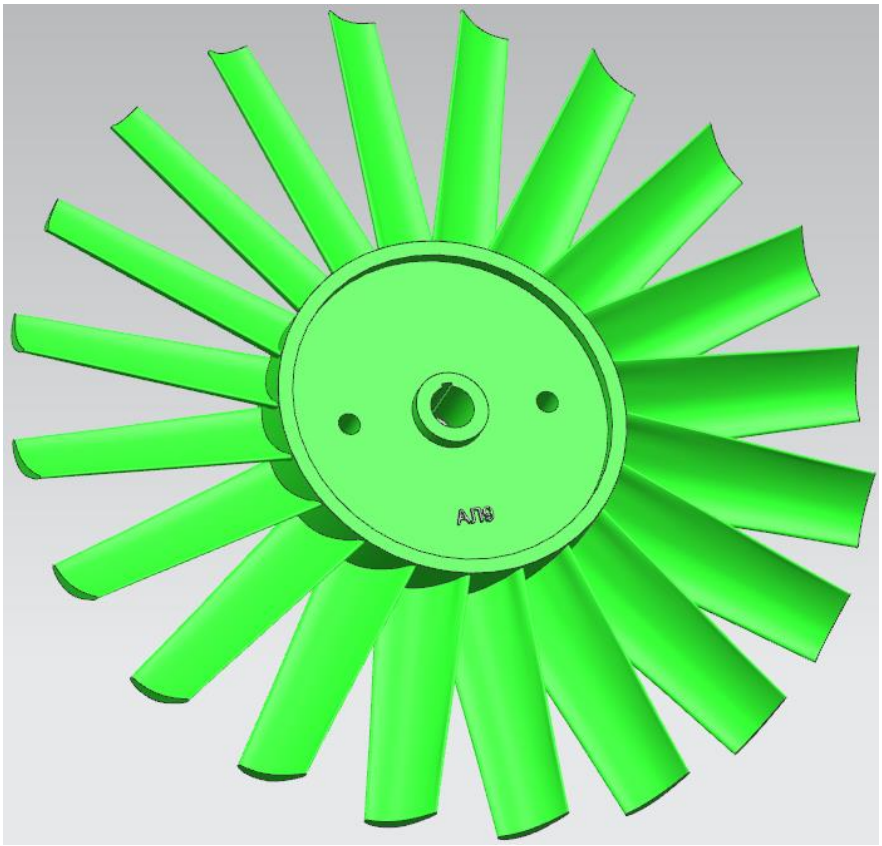


Рисунок 22. Рабочее колесо паровой турбины

Вопросы:

1. Какие методы построения поверхностей в NX.
2. Что такое сплайн.
3. Что такое степень сплайна.
4. Каким образом строится кривая по точкам из файла.
5. Каким образом ставится система координат при построении лопатки паровой турбины.