

Національний технічний університет
«Харьковский политехнический институт»
кафедра «ИТМ» им. М.Ф. Семко совместно с ПАО «СВЕТ ШАХТЕРА»

**«Розробка технологічного процесу
виготовлення комплекту протяжок для
виробництва шліцьового з'єднання з
евольвентним профілем в умовах сучасного
виробництва.»**



выполнил ст. Юхно В.В.
руководитель доц. Мироненко
А.Л.

Специальность – 131, прикладная механика.
Специализация – 131.02 инструментальное
производство

Презентация к докладу на защиту
дипломного проекта специалиста.
Харьков 2018

ЦЕЛЬ РАБОТЫ :

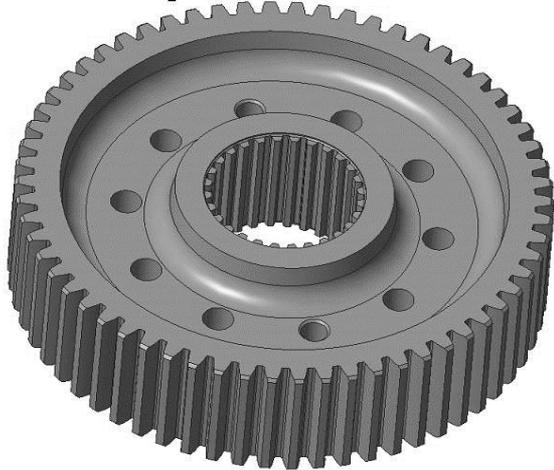
Системный подход при создании моделей и конструкторско-технологической документации протяжек для обработки шлицевых соединений с эвольвентным профилем боковых поверхностей зубьев.

РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ :

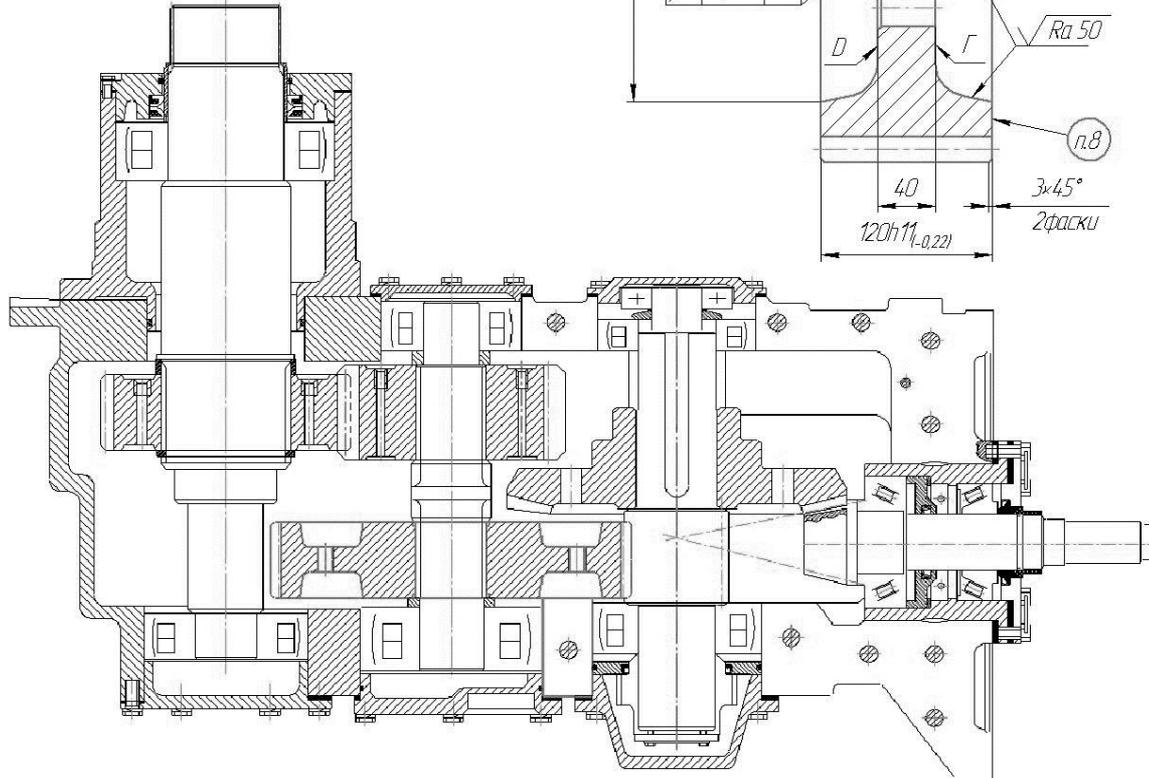
- *Создание математической модели сплайна на коническом основании с различными профилями впадин.*
- *Заменить ряд операций в базовом технологическом процессе связанных с формообразованием впадин между зубьями.*
- *Подготовить конструкторскую документацию основных инструментов и инструментов второго порядка.*

1050ИМ9-11И

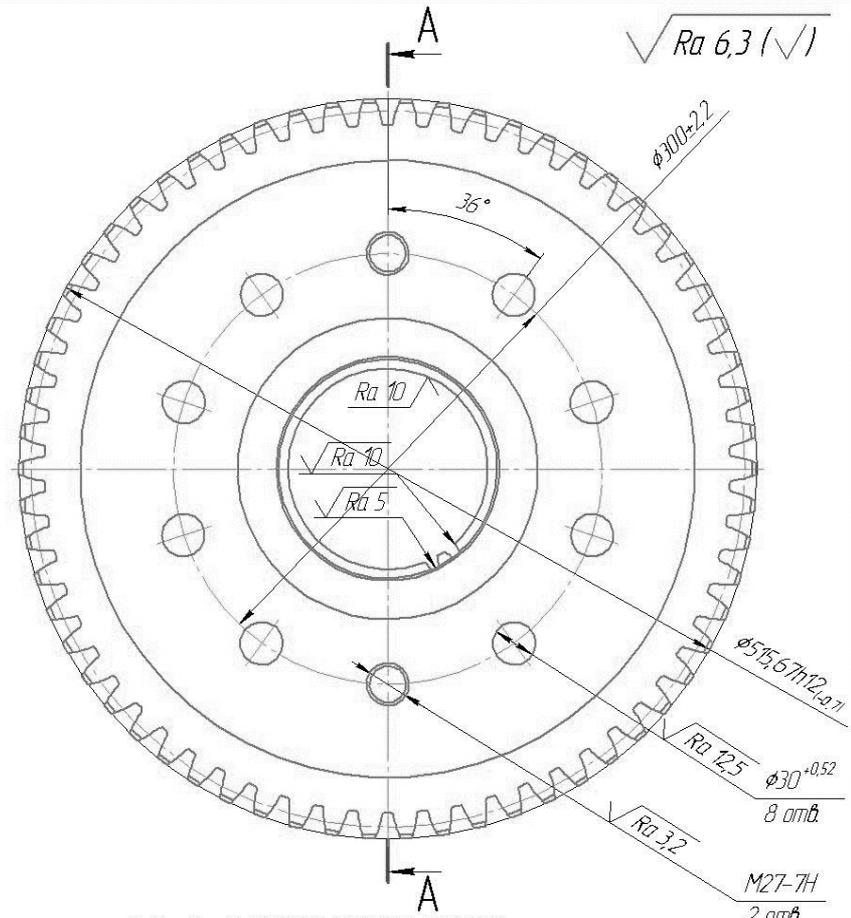
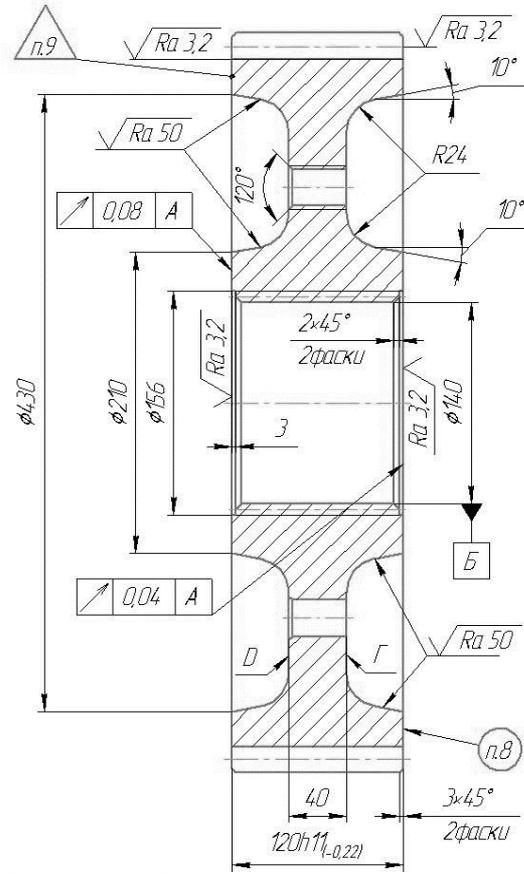
Параметрическая 3D модель
зубчатого колеса



Редуктор цепного конвейера
БПК-160



A-A

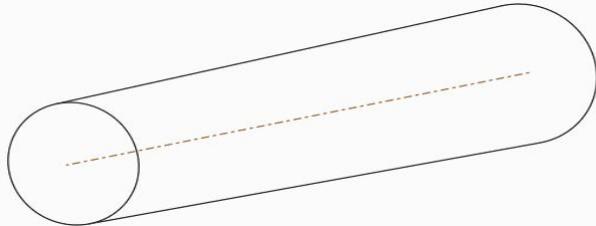
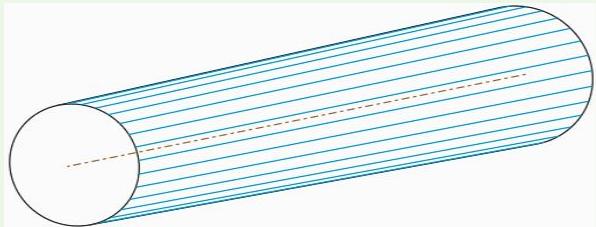
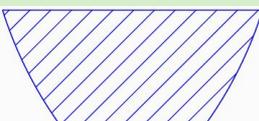
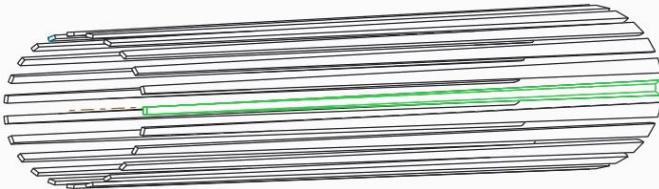


- 1 Поковка Гр2 НВ235...277 ГОСТ 8497-70.
- 2 Точность изготовления 2 кл.
- 3 Цементировать h11, h15 57...63HRC, сердцевина HRC₃ > 30.
- 4 Неуказанные предельные отклонения размеров H14, h14, ±IT14/2.
- 5 Предельные отклонения центрального угла между осями двух любых отверстий Б и В не более 2°.
- 6 Допускается диаметр отверстий В равным диаметру под резьбу Б.
- 7 Покрытие поверхностей Г и Д эмаль НЦ-132 красная VI, 6/1 НЦ-132к ГОСТ 6631-74.
- 8 Маркировать обозначение детали и марку материала удобным способом или электрокарандашом.
- 9 Клеить окончательную приемку ударным способом.

				МИТ-63мп.05.01				
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Колесо зубчатое	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Южно				цилиндрическое		0	1:25
Проб.	Мироненко					Лист		Листов 1
Т.контр.								
Н.контр.					Сталь 20Х2Н4А ДСТУ 7806-2015			
Чтв.	Шекткова							
						НТУ "ХПИ" код "ИТ" и "ИМ" Ф.Сенко ЛАБО "СВЕТ ШАХТЕРА" Формат А2		

Первый лист
 Стр. №
 Лист № 01 из 01
 Всего листов 01 из 01
 Лист № 01 из 01

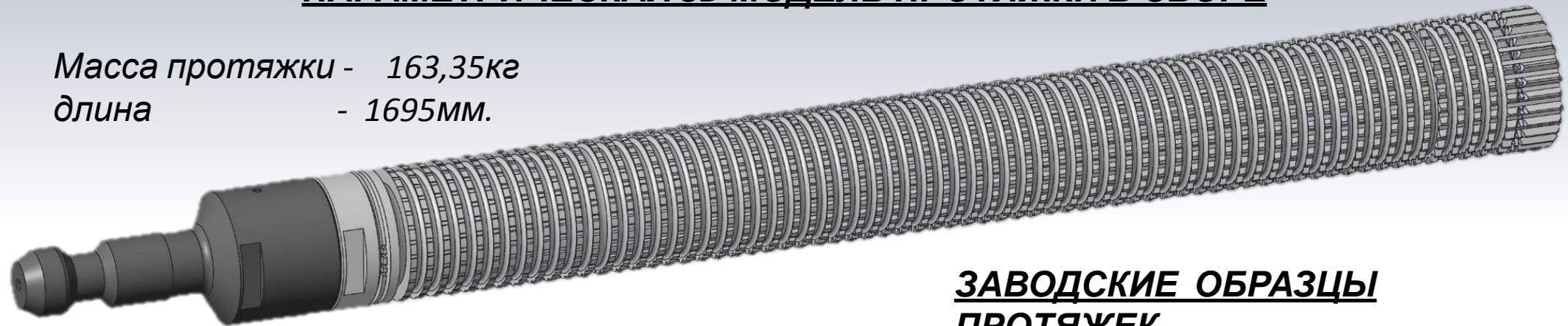
ЭТАПЫ ГЕНЕРАЦИИ КРУГЛОЙ ФАСОННОЙ ПРОТЯЖКИ НА БАЗЕ ТЕОРИИ

№ п/п	Описание этапа	Математическое описание	Графическая реализация
1	Описание конического основания	$B = \sqrt{u^2 - (R - r)^2}$	
2	Определение сплайна, как траекторию движения инструмента. Построение массива траекторий.	$x_1 = (R - u \sin \varepsilon) \cos \psi \sin \tau$ $y_1 = (R - u \sin \varepsilon) \sin \psi \cos \tau$ $z_1 = u \cos \varepsilon$	
3	Описание плоских геометрических фигур, соответствующих профилю инструмента второго порядка в нормальном сечении.	$x_3 = \frac{r_0}{\cos \alpha_x} \cos(\operatorname{tg} \alpha_x - \alpha_x + \alpha')$ $y_3 = \frac{r_0}{\cos \alpha_x} \sin(\operatorname{tg} \alpha_x - \alpha_x + \alpha')$ $z_3 = 0$	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Общее Эвольвенты</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>Частные Наклонные</p>  <p>Параллельные</p>  </div> </div>
4	Создание инструментальной поверхности как кругового массива плавных переходов по ключевым сечениям.	$x_3 = \frac{r_0}{\cos \alpha_x} \cos(\operatorname{tg} \alpha_x - \alpha_x + \alpha')$ $y_3 = \frac{r_0}{\cos \alpha_x} \sin(\operatorname{tg} \alpha_x - \alpha_x + \alpha')$ $z_3 = u \cos \varepsilon$	

Булева операция вычитания из результата этапа 1 этапа 4 даст искомый профиль протяжки

ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА РАЗРАБОТКИ **ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ 3D МОДЕЛЬ ПРОТЯЖКИ В СБОРЕ**

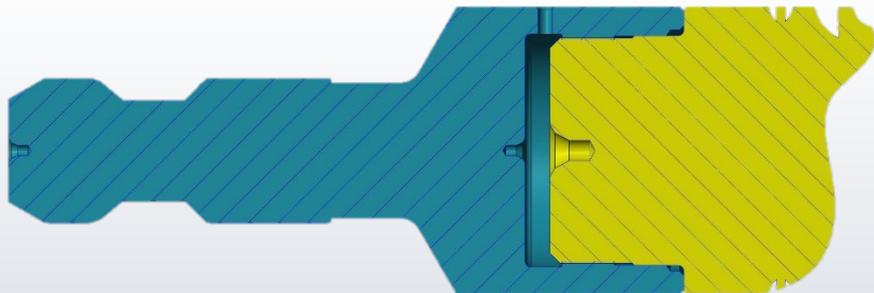
Масса протяжки - 163,35кг
длина - 1695мм.



ЗАВОДСКИЕ ОБРАЗЦЫ
ПРОТЯЖЕК

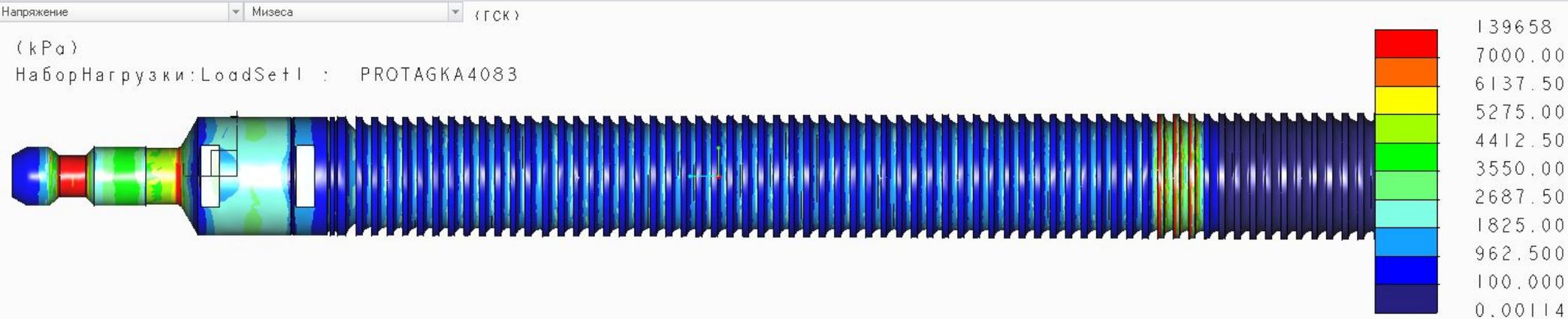


АНАЛИЗ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ
ПОВЕРХНОСТЕЙ
ХВОСТОВИКА И ПРОТЯЖКИ



ИНЖЕНЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОТЯЖКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МКЭ

Расчет напряжений в конструктивных элементах протяжки: в стружечных контейнерах, шейке хвостовика и резьбовом соединении.



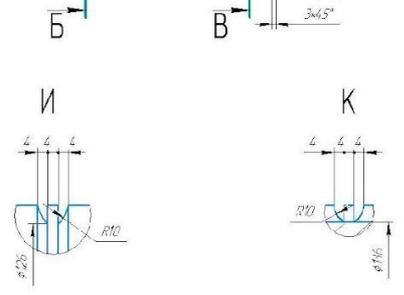
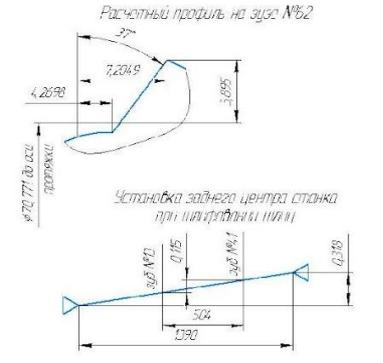
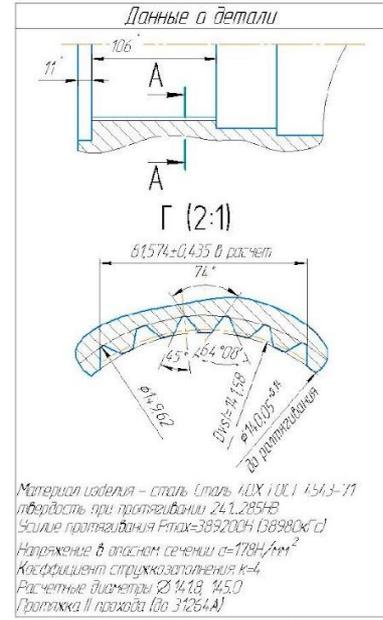
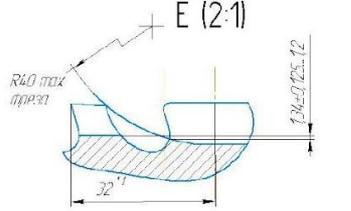
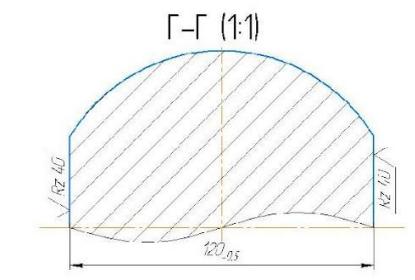
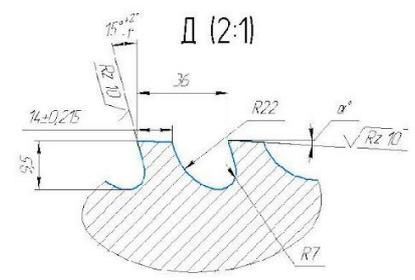
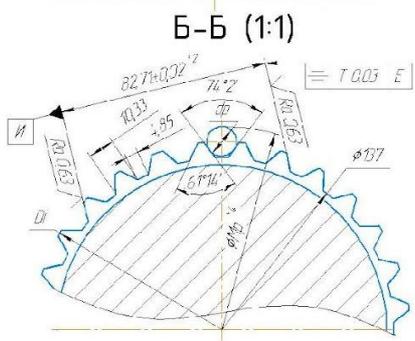
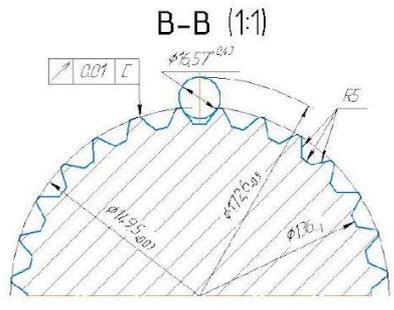
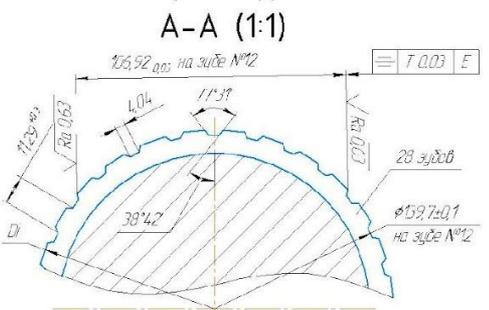
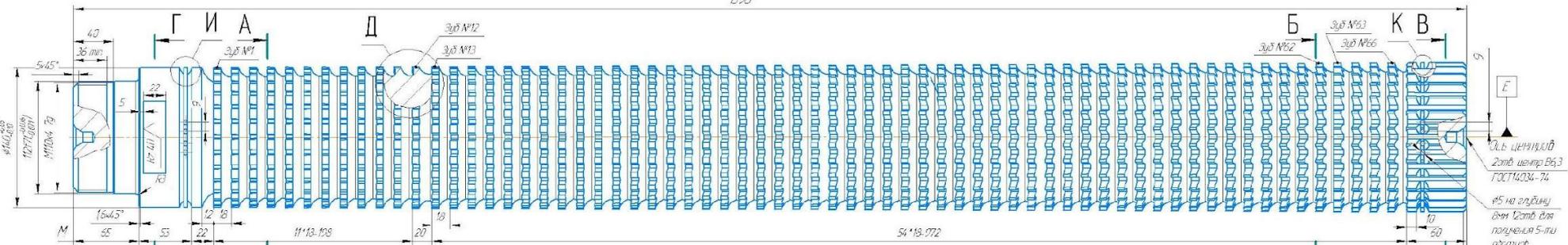
Программное обеспечение для расчета максимального припуска.



ВЫВОДЫ:

1. Максимальная удаляемая площадь детали составляет 478.47 мм^2 и расположена на участке зубьев 60-61-62.
2. Максимальное напряжение $1.397 \cdot 10^5 \text{ кПа}$, деформация $3.472 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$ наблюдается на режущей кромке зуба №60, что приведет к его притуплению.
3. Опасное напряжение $0.384 \cdot 10^5 \text{ кПа}$ возникает на кромках перехода от цилиндрического к коническим участкам хвостовика. Деформация достигает $1.485 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$. На этих переходах следует выполнить скругление.
4. На резьбовом участке значения напряжений и деформации далеки от предельных

Задний угол α'	1°30'		1°30'	
Пред. откл. D=5mm	-0.02		-0.01	
Диаметр D, в мм	1140.16	2140.30	3140.44	4140.58
Номера зубьев	5	14	23	32
Наименование	фасонные		протяжки	
Повыш. на зуб	2Sc=0.14		2Sc=0.15	
			2Sc=0.17	



- 1 Твердость переднего направления режущей части и заднего направления 62.5-63.5 HRC₂; на участке M 35.45 HRC₂; на переходном участке H 62.5-63.5 HRC₂.
- 2 *Размеры для шлифовки.
- 3 H₁, H₁ + 1/2.
- 4 *Фасонные зубья шлифуются с повыш. заднего центра шлифовальником с шлифовальными призматическими зубьями шлифовального участка.
- 5 *Размеры по хорде на всех проточенных зубьях с №13 по №62.
- 6 Наклонная поверхность окружного шара проточенных шлифов не более 0,035 мм.
- 7 Допуск параллельности оси симметрии проточенных шлифов относительно оси центров не более 0,02 мм на 500 мм длины шлифовальной части.
- 8 При шлифовании задних углов наличие цилиндрических ленточек не допускается.
- 9 Сопережение стружечных канавок должно быть полным.
- 10 Ступенчатые канавки шлифуются, острые кромки довести.
- 11 *Размеры для шлифовки на станке "Rafal".
- 12 *Хвостик по радиусу начинать при минимальном припуске на шлифовку.
- 13 *Шлифовальщик должен соблюдать свободные включения и закончить шлифовку для перепочки протяжки.
- 14 *Максимальная 30-3126.36; XВ; приклад 2403-4083.
- 15 *Остальные технические требования по ГОСТ 29142-90.

№ зуба	dp	Mp _{0.03}	σкас	dp	Mp _{0.03}	σкас
12		163,275	14,3720		174,300	14,8359
26	12,423	163,159	14,3605	16,565	174,185	14,8244
64		162,847	14,3292		173,872	14,7931

МИТ-63мм.05.04		Протяжка		Лист	Масса	Максимальный
ЭБ 150xH3xK1H		H-протек			150,78	71
Сталь ХВГ ГОСТ 5950-2000				Лист	Листов	Г
Калибры				кард. ИТ14мм №4 Семка 240 №15 Съемный калибр		

Номер операции	Содержание операции	Операционный эскиз	Оборудование
005	Відрізка заготовки		Тиски. Лещата
010	Проточування торців		Центрувальний верстат МР76
015	Перебірка і правка		Прес
020	Обточування шийки під юнет		Токарно-гвинтарізний верстат 1А62
020	Попереднє обточування		Токарно-гвинтарізний верстат 1А62
025	Контроль		Прес
030	Обточування		Токарно-гвинтарізний верстат 1А62
030	Обточування		Токарно-гвинтарізний верстат 1А62
035	Обточування конусів		Токарно-гвинтарізний верстат 1Б516
040	Нарізка зубів		Токарно-гвинтарізний верстат 1А62 С ЧПУ

Номер операции	Содержание операции	Операционный эскиз	Оборудование
045	Свердління і фрезерування		Вертикально-фрезерний верстат 6Р12
050	Фрезування зубів		Вертикально-фрезерний верстат 6Р12
055	Термообробка		ТЦ
060	Шліфування		Верстат для заточування протяжок 360М
065	Шліфування		Універсальний круглошліфувальний верстат 3512
070	Шліфування		Універсальний круглошліфувальний верстат 3512
075	Шліфування		Універсальний круглошліфувальний верстат 3512

Лист 1 з 1

Стор. №

Лист і дата

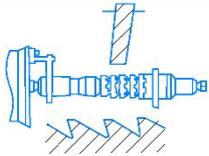
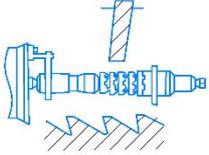
Інв. № дріл

Важ. інв. №

Лист і дата

Інв. № дріл

				МІТ-63мп.05.05		
Вид	Лист	№ дріл	Лист	Дата	Модернізна технологія виготовлення шлицьової протяжки	
Резерв	Важ.	Міраженка			Лист	Масштаб
Проб.					1	
Ткант.					Лист	Листів 1
Нкант.					НТЧ "ХПВ"	
Чит.	Шежковий				каф. "ИТМ" ім. М.Ф. Сажко	
					ПАО "СВЕТ ШАХТЕРА"	
					Формат А2	

Номер операции	Содержание операции	Операционный эскиз	Оборудование
080	Шліфування		Універсальний круглошліфувальний верстат 3512
085	Шліфування		Універсальний круглошліфувальний верстат 3512
090	Шліфування		Шліцешліфувальний верстат 3622
095	Шліфування		Шліцешліфувальний верстат 3622
100	Шліфування		Напівавтомат для шліфування В3-89

Лист 1

Лист 2

Лист 3

Лист 4

Лист 5

Лист 6

Лист 7

				МІТ-63м.05.06		
Відп.	Лист	№ інж.м.	Підп.	Дата	Лист	Масштаб
Розроб.	1	Воло			1	1
Проб.		Мироненко				
Т.контр.						
Н.контр.						
Члв.		Шежковий				

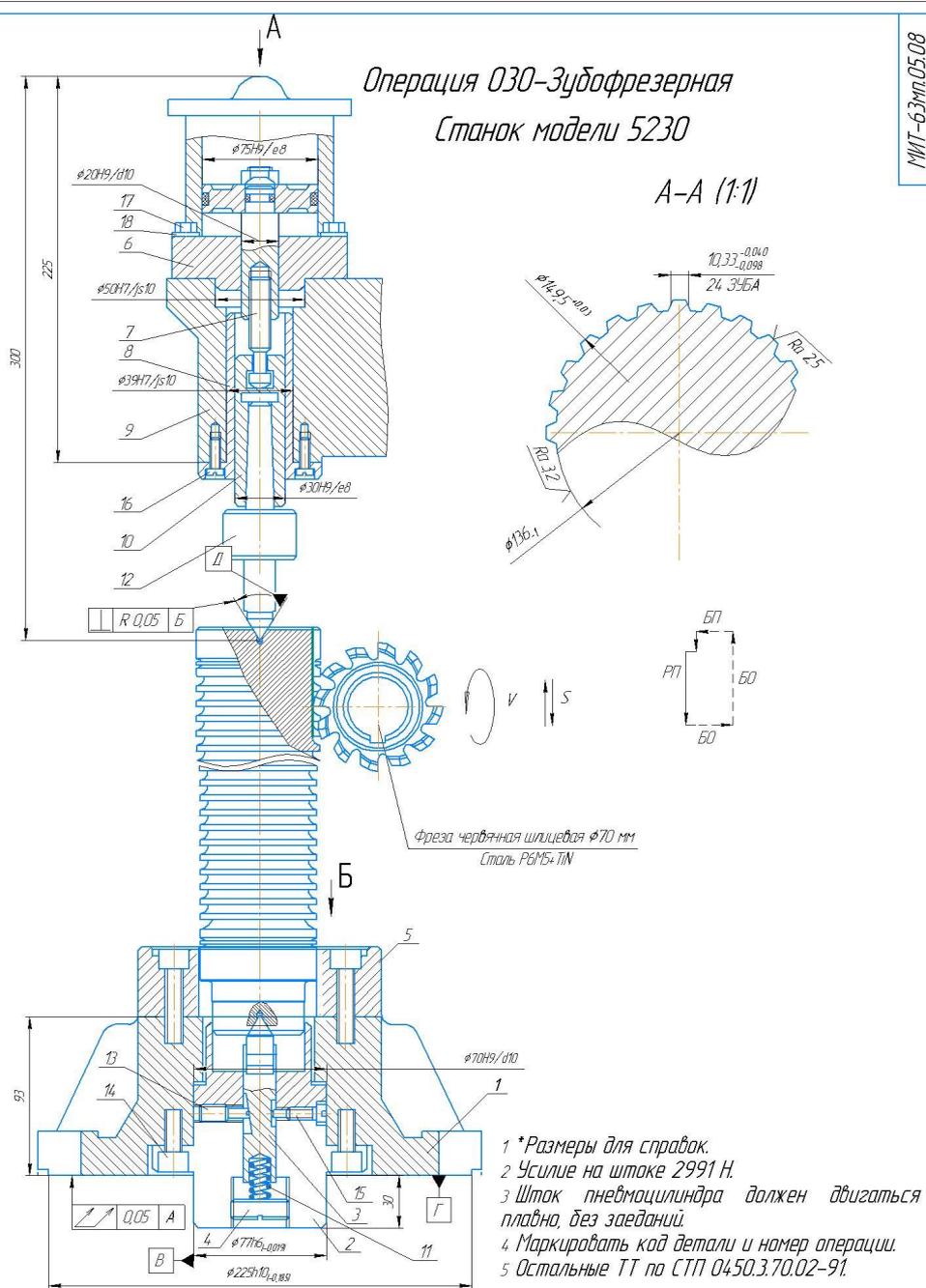
Маршрутна технологія виготовлення шліцьової протяжки

Лист 1 / Листів 1

НТЧ "ХПІГ"
каф. "ІТМ" ім. М.Ф. Селюка
ПАО "СВЕТ ШАХТЕРА"
Формат А2

Копірабол

КАРТА НАЛАДКИ НА ЧЕРНОВУЮ ЗУБОФРЕЗЕРНУЮ ОПЕРАЦИЮ

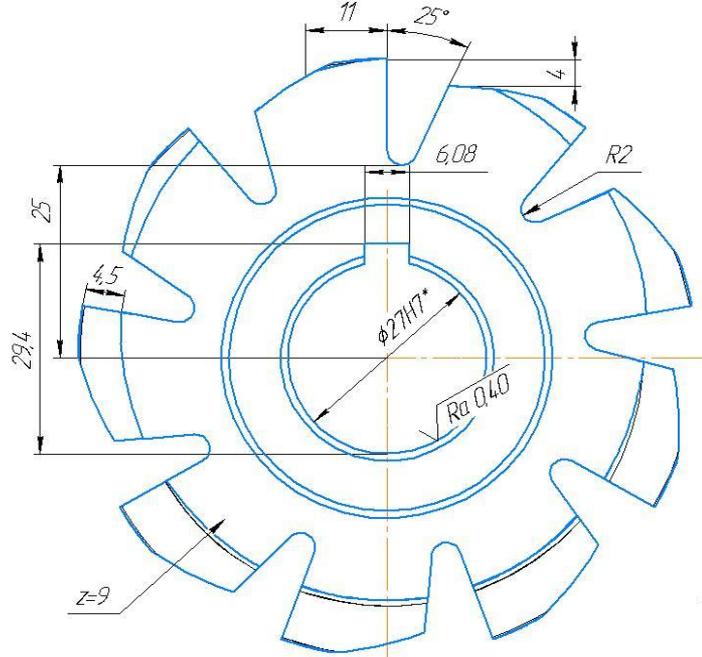
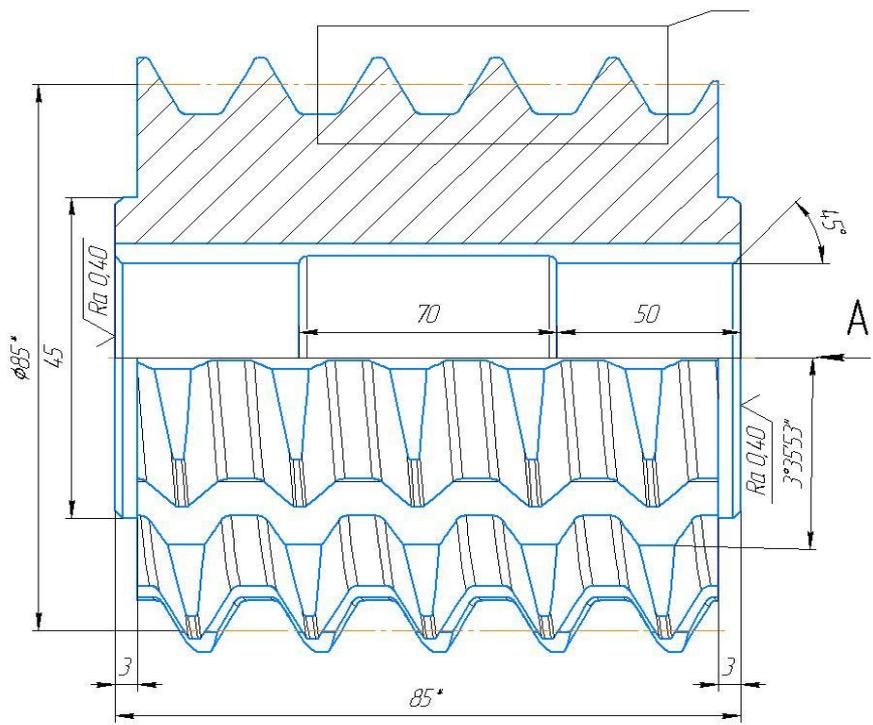


МИТ-63мп.05.08

Лист 1 из 1
Сторона №
Лист 1 из 1
Сторона №

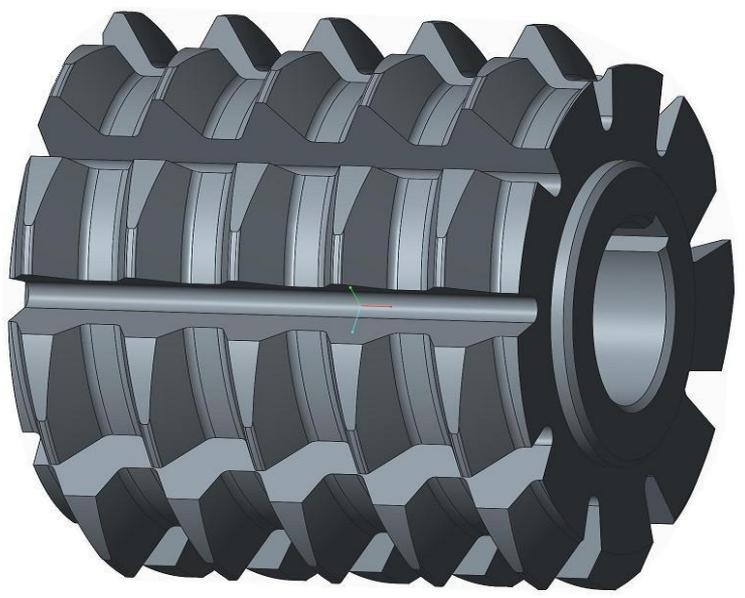
				МИТ-63мп.05.08				
Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Приспособление зубофрезерное	Лист	Масса	Масштаб
Разработ.	Провер.	Технолог.	Инженер	Ученый		1/1	1,2	
Исполнитель	Утверд.	Шеф-сборки				Лист	Листов	1
					ИТЭС "ХИМ" каф. ИТМ им. М.Ф. Сенько Чернышев А.Э.			

ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНСТРУМЕНТА И ЧАСТНЫЕ РЕШЕНИЯ

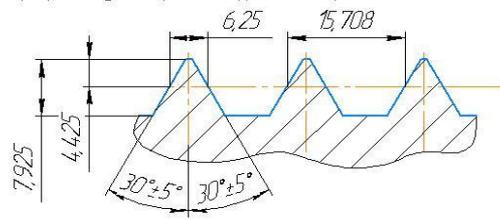


модуль	m	7,85
угол профиля исходного контура		30°
число заходов	n	1
направление витков фрезы		правое
шаг по оси	P	15,708
угол подъема витка		3°35'53"
направление стружечной канавки		левое

- Допуск на осевой шаг $\pm 0,03$
на суммарную ошибку 5 шаг $\pm 0,03$
на осевой длине фрезы $-0,03$
по диаметру буртиков $-0,02$
по торцам $0,02$
не равномерн. окружн. шага $0,04$
- Допуск на отклонение половины угла профиля зуба 10°
на радиальн. передней грани $\%$
в сторону поднутрения 4°
- Конусность и овальность отв. не должны выходить за пределы допуска на отверстие

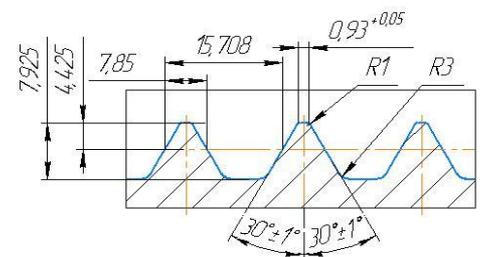


Б
Профиль зуба черновой фрезы в нормальном сечении



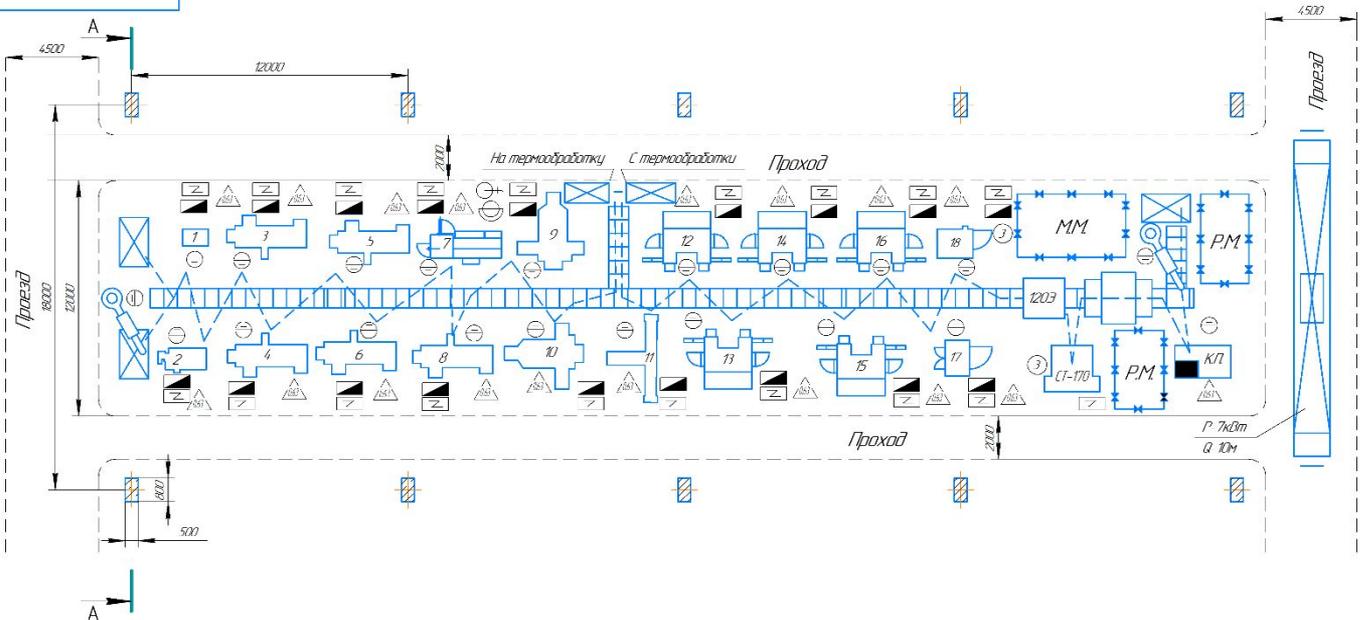
- 62.66 HRC
- *Размеры для справок.
- Радиальное биение буртиков не более 0,008 мм.
- Торцовое биение буртиков не более 0,006 мм.
- Радиальное биение по вершинам зубьев не более 0,04 мм.
- Отклонение направления стружечных канавок не более 40 мм на длине рабочей части фрезы.
- Отклонение толщины зуба не более 0,05 мм.
- Черновую фрезу изготовить путем перешлифовки зубьев чистой 2520-4032.
- Маркировать: знак завода-изготовителя, материал, рабочие размеры.

Б
Профиль зуба чистой фрезы в нормальном сечении



				МИТ-63мп.05.09			
Изм. Лист	№ док.м.	Подп.	Дата	Комплект червячных фрез (черновая/чистовая)	Лист	Масса	Масштаб
Разработ	Южно				2,09	2:1	
Проект	Мироненко			Сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73	Лист	Листов	1
Т.контр.					НТУ ХТМ кард. ИТМ им. М.Ф. Сажко ОАО ХМЗ "Свет Шахтера"	Формат	A2
Н.контр.				Копиривал			
Утв.	Шелковой						

01.5013M9-1MM

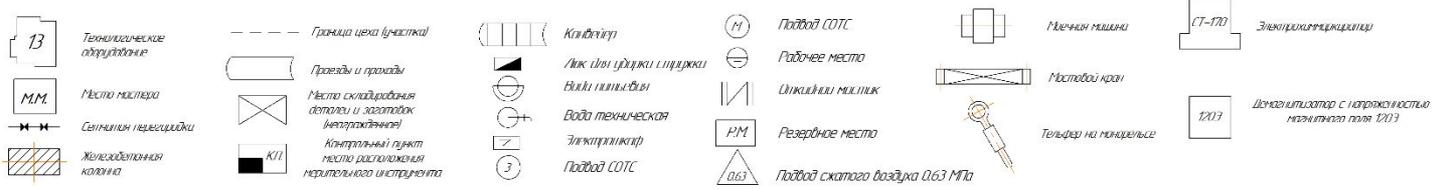


Данні отримані при плануванні участку

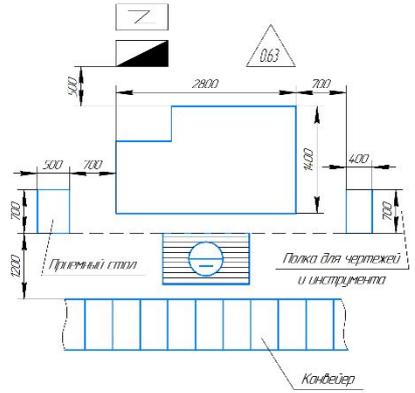
Длина участка, м	48
Ширина участка, м	18
Производственная площадь участка, м ²	576
Удельная площадь на один станок, м ²	28,8
Количество производственных рабочих чел	20
Объем квалификации рабочих чел	28
Количество станков на участке шт	18
Средний коэффициент загрузки	0,758

Перед. пр. №
Стр. №
Лист и дата
Лист № докум.
Всего листов №
Лист и дата
Лист № докум.

Условные обозначения, принятые на схеме



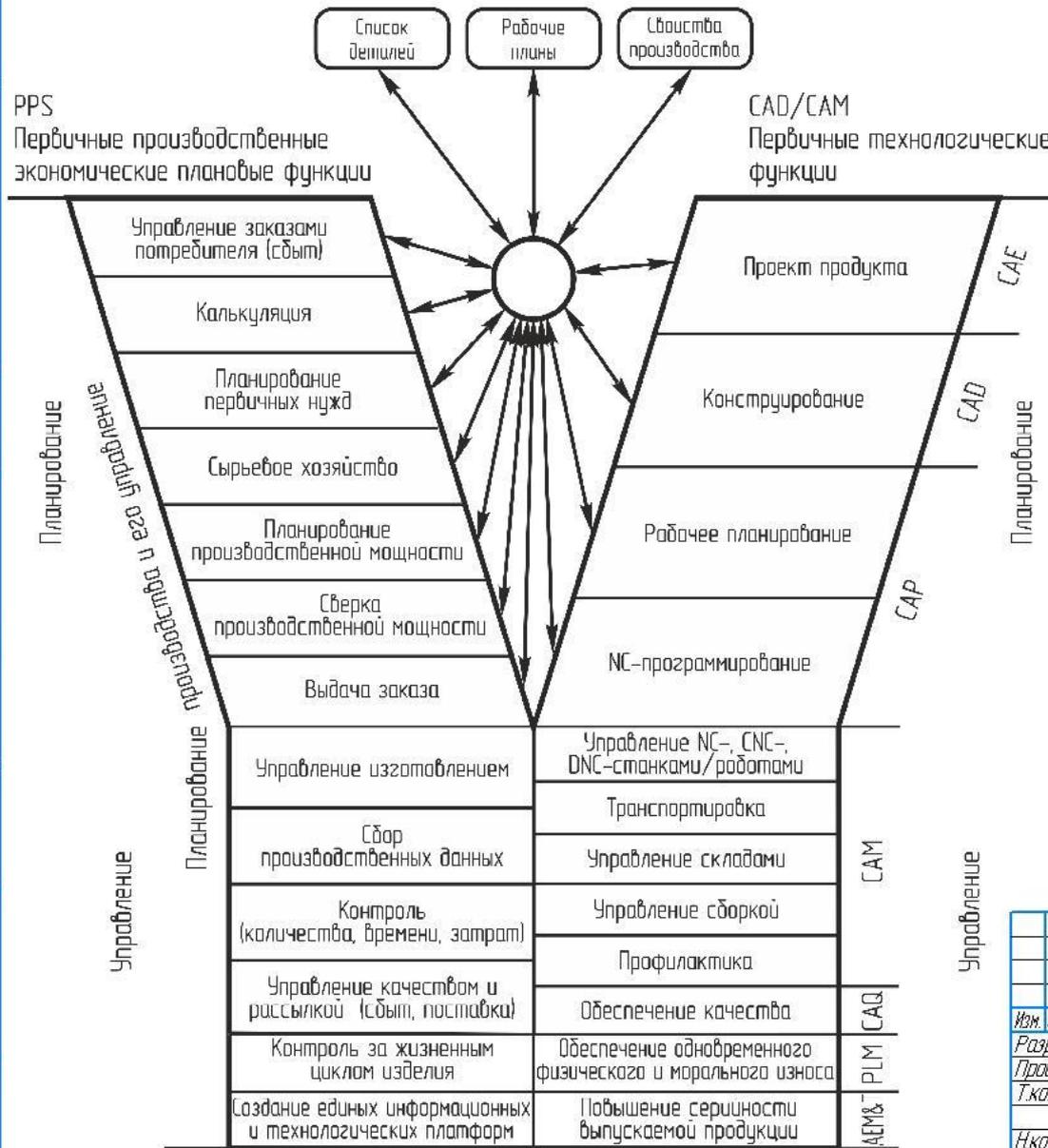
Организация рабочего места оператора универсального круглошлифовального станка 3Б12 (150)



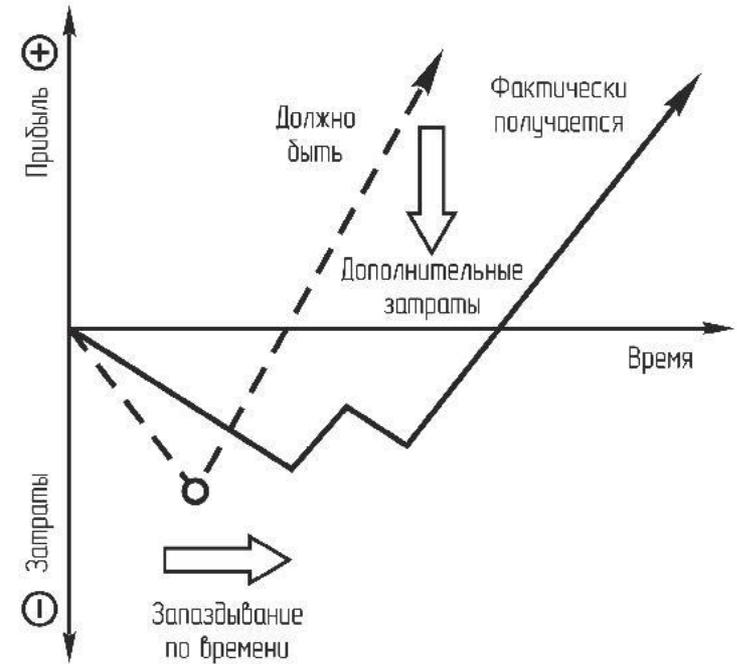
				ММТ-63мн.05.10			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Авт.	Мелл.	Миллией
Разр.	Юно						1:100
Проб.	Муренко						
Т.контр.							
И.контр.							
Унв.	Шежовий						
Котирован						Формат А2	

КОНЦЕПЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ИНТЕГРИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Функции компьютеризированного производства



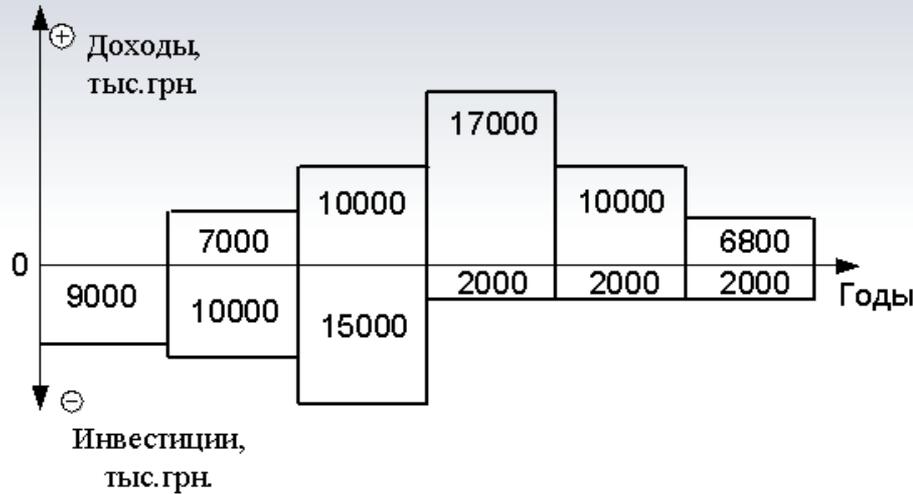
Затраты и прибыль при реализации CIM



				ИИТ-63мп.05.11				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Основы высоких технологий. (Взаимосвязи элементов интегрированного производства.)	Лит	Масса	Масштаб
Разраб.	Южно							1:1
Проб.	Мироненко					Лист	Листов	1
Т.контр.						ИТУ "ХПИ"		
Н.контр.						каф. ИИТ им. М.Ф. Семко		
Утв.	Шелжабой					Формат А3		

ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА

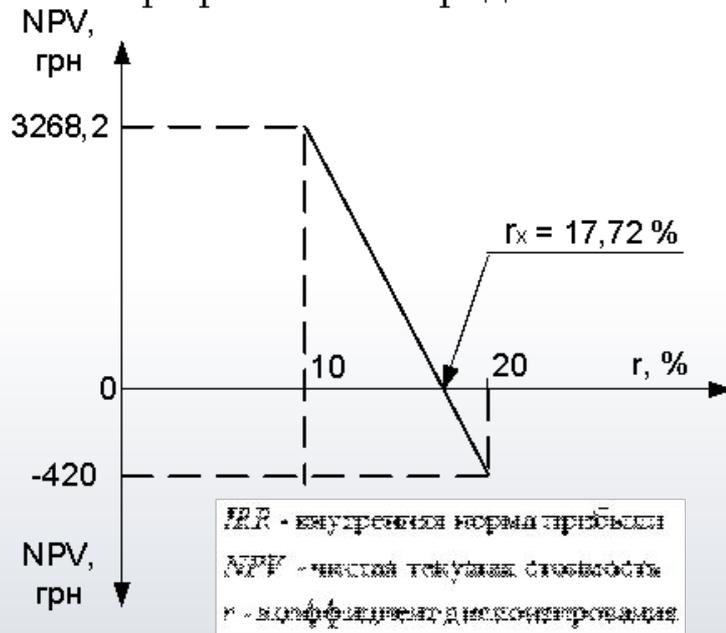
План инвестиций и доходов



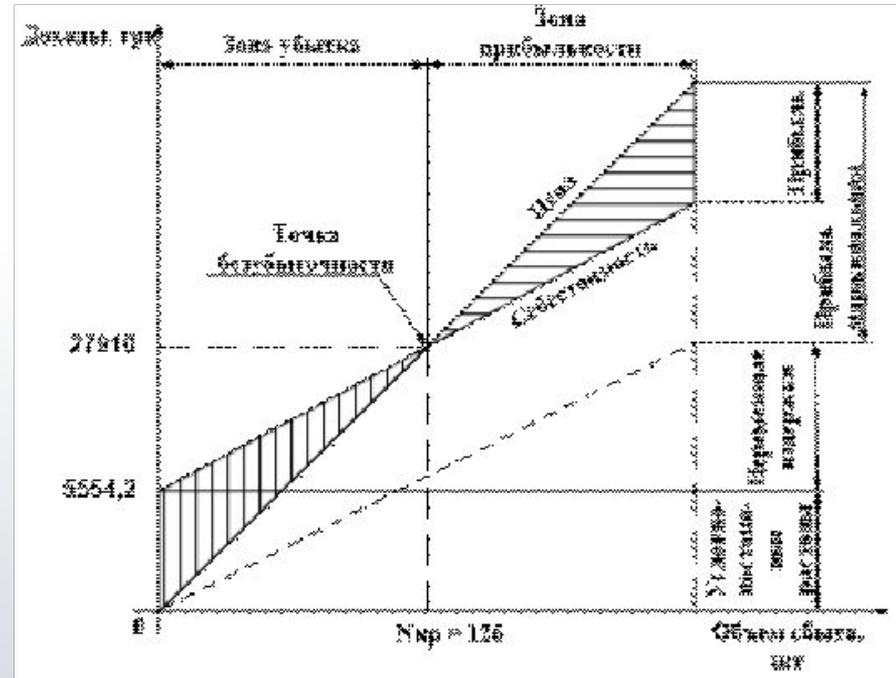
Конечный результат финансового анализа инновационного проекта

Чистая текущая стоимость (NPV), тыс. грн.	3268,2
Сопоставление выгоды/затраты (В/С)	1,27
Внутренняя норма прибыли (IRR), %	17,72
Срок окупаемости, лет	6

Графическое определение IRR



Определение точки безубыточности проекта



ВЫВОДЫ :

- ***На базе математического аппарата созданы параметрические модели инструментов с гибким изменением формообразующих параметров.***
- ***Повышен уровень автоматизации при создании документации.***
- ***За счет предлагаемых изменений предполагается достигнуть экономический эффект.***