

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Технология и оборудование  
машиностроительного производства»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА К  
ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ

на тему:

**«Устройства для герметизации соединений  
деталей спецодежды»**

Факультет: заочный (на базе ССУЗ)  
Специальность: 1-36 01 01 «Технология  
машиностроения»

Группа: ТМс-12

Исполнитель: В.Ю.Урусов

# Цель работы:

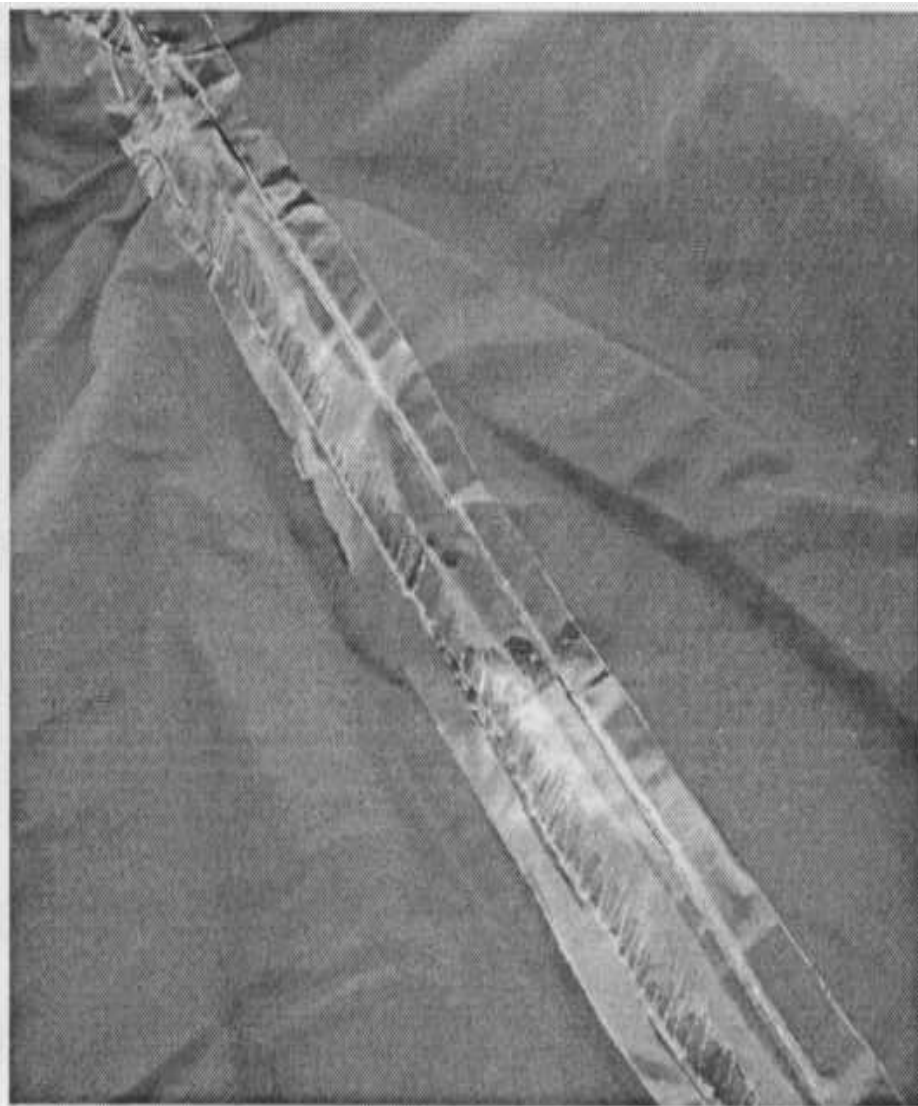
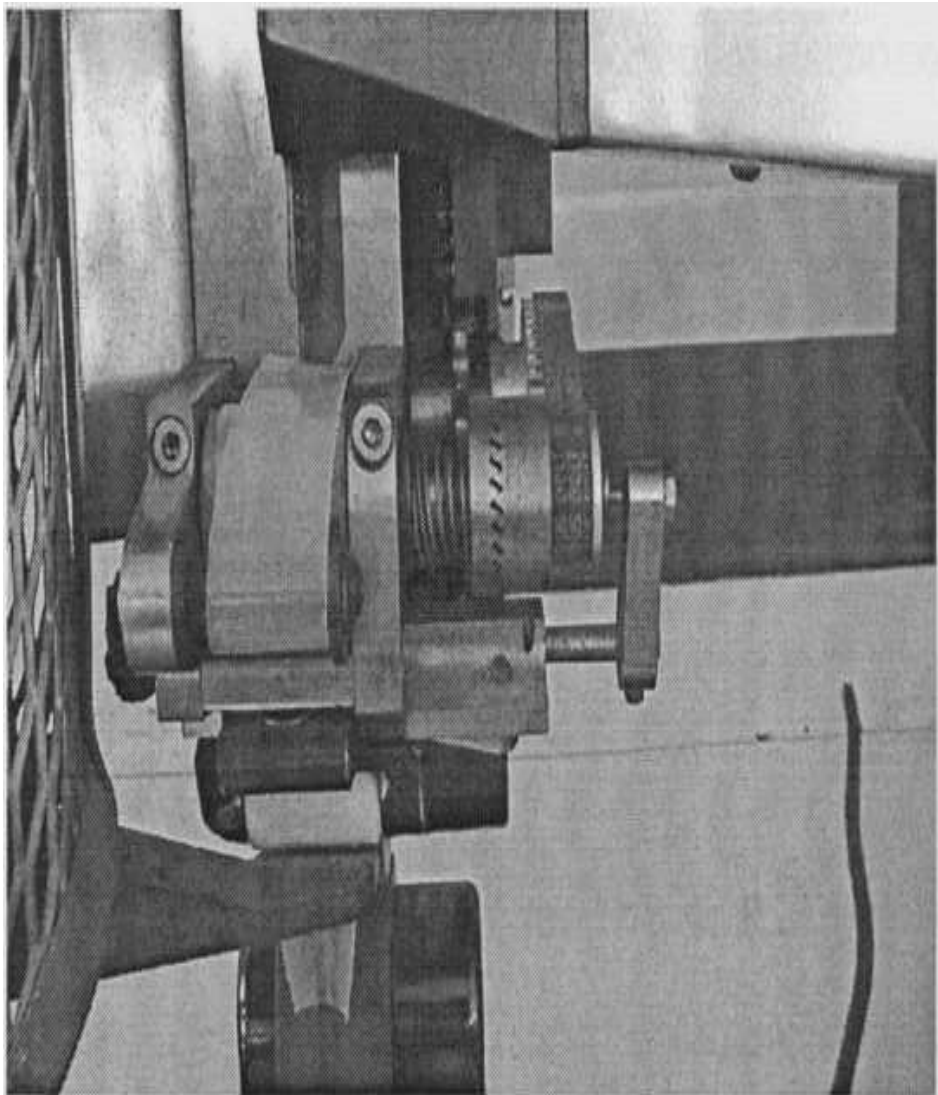
Целью работы является разработка методов и способов соединения деталей специальной защитной одежды пожарных от повышенных тепловых воздействий тяжёлого типа (далее ОСЗ ПТВ Т), разработка конструкторской документации экспериментального устройства для герметизации её узлов и соединений.

## Задачи:

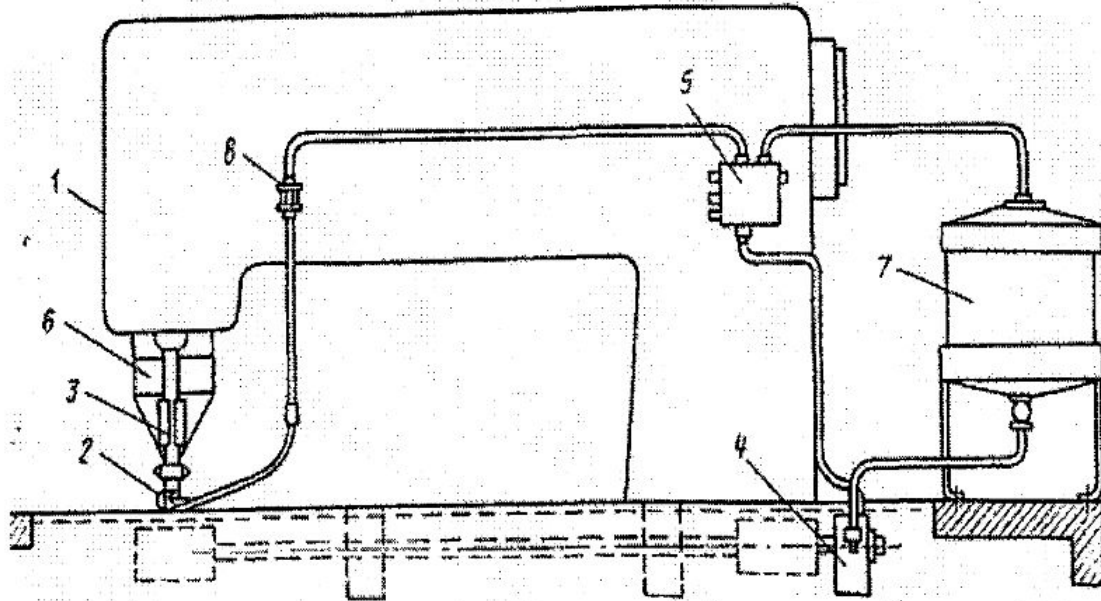
- Выполнить анализ оборудования для герметизации
- Разработать схемы устройства для герметизации узлов и соединений ОСЗ ПТВ Т
- Выполнить расчёт и определение рациональных режимных параметров технологического обмётывания припусков швов ОСЗ ПТВ Т
- Выполнить математическое моделирование процесса изменения плотности тепловых потоков

Актуальность данной работы подтверждается также тем, что до настоящего времени остаются неисследованными вопросы в области технологии изготовления ОСЗ ПТВ, изменения эксплуатационных показателей узлов и соединений такого рода одежды после много цикловых воздействий открытого пламени, высоких температур, тепловых потоков.

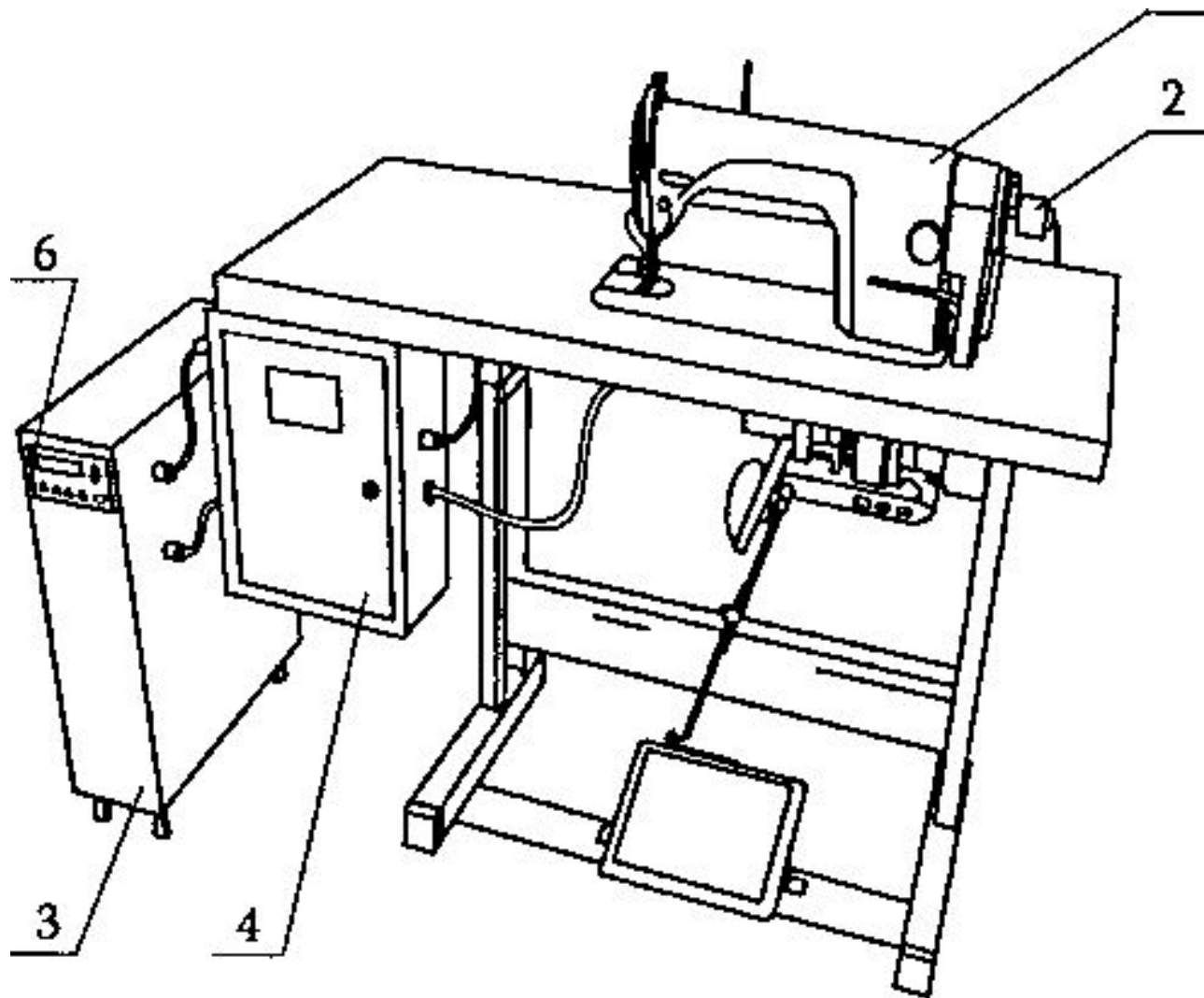
## Характеристика оборудования для герметизации швов термоструктурными лентами



# Характеристика оборудования для герметизации швов при использовании жидкофазных химических

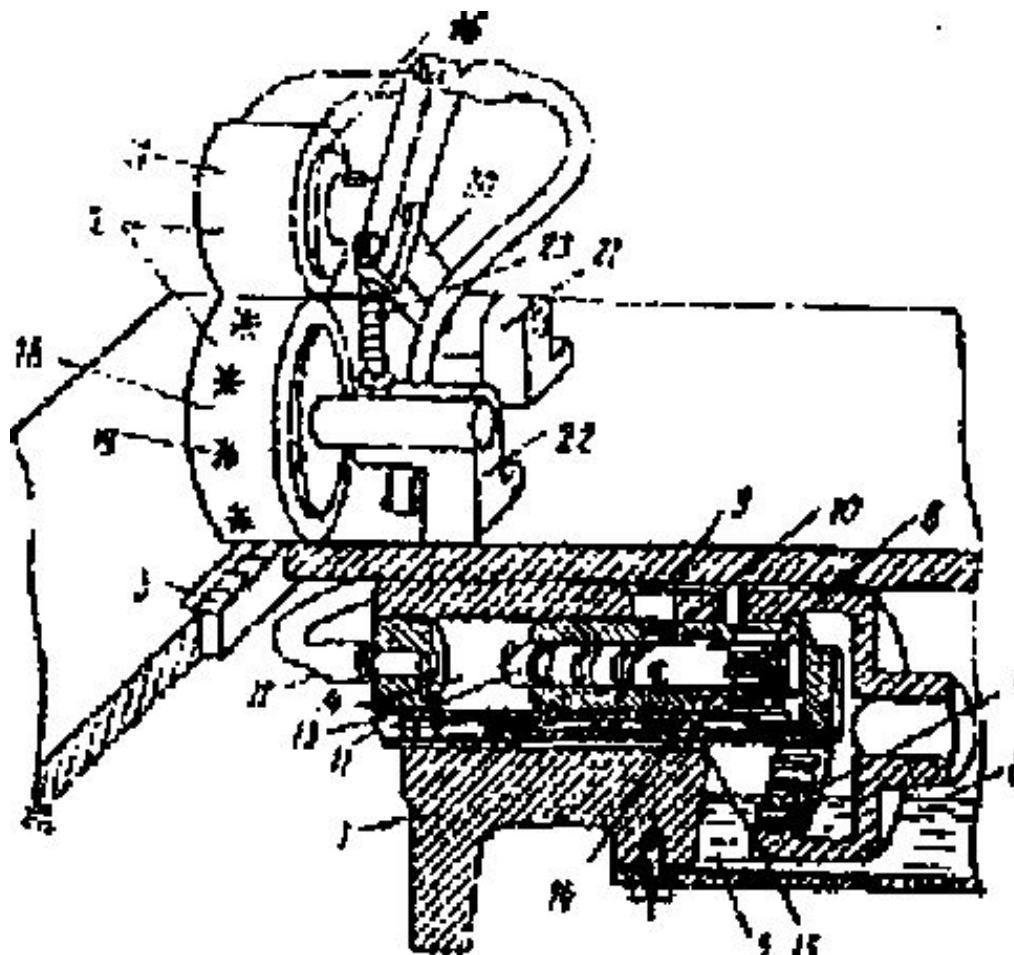


Устройство швейной машины для изготовления герметичных швов на изделии.



Общий трехмерный вид швейной машины с устройством для герметизации мест ниточных соединений швейных изделий

# Анализ и характеристика оборудования для закрепления срезов деталей швейных изделий жидкофазными химическими полимерами



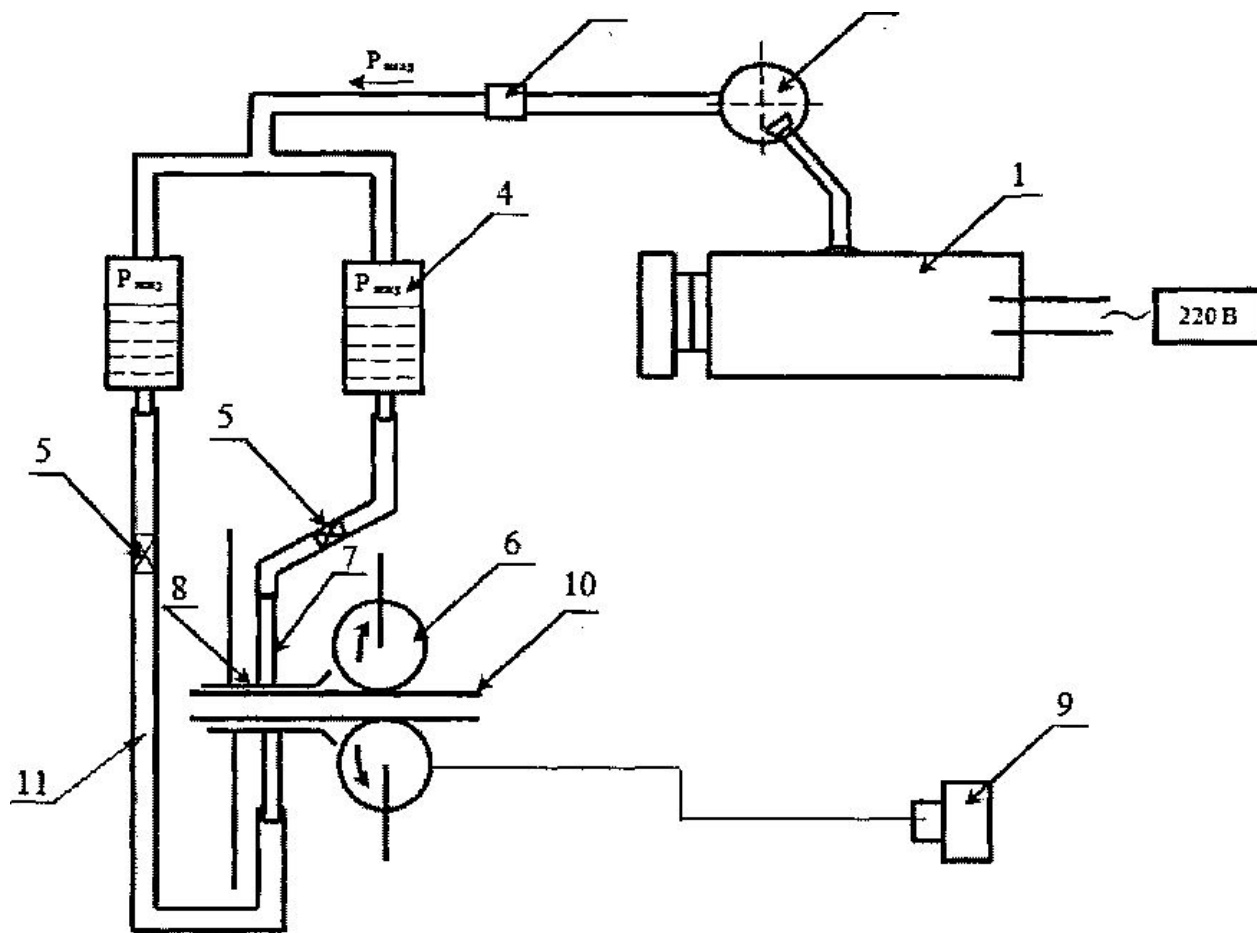
Общий вид установки для закрепления срезов методом печатания



## Требования к герметизации

№ п/п	Наименование показателя	Размерность	Параметры для уровней защиты		
			1	2	3
1	Устойчивость к воздействию теплового потока:				
	15,0 кВт/м <sup>2</sup> , не менее	с	240	240	240
	40,0 кВт/м <sup>2</sup> , не менее	с	5	-	-
2	Устойчивость к воздействию открытого пламени, не менее	с	15	5	5
3	Диапазон рабочих температур	°C	-40... +300	-40... +200	-40... +200
4	Устойчивость к воздействию температуры окружающей среды:				
	до 300 °C, не менее	с	300	-	-
	до 200 °C, не менее	с	-	240	180
5	Теплопроводность	Вт/(м <sup>2</sup> ×с)	0,06	0,06	0,06
6	Устойчивость к контакту с нагретыми до 400 °C поверхностями	с	7	3	-
7	Масса комплекта	кг	5–7	6	5
8	Средний срок службы	лет	2	2	2

# РАЗРАБОТКА СХЕМЫ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ГЕРМЕТИЗАЦИИ УЗЛОВ И СОЕДИНЕНИЙ ОСЗ ПТВ Т



Принципиальная схема установки для герметизации и упрочнения узлов и соединений ОСЗ ПТВ Т

# РАСЧЁТ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБМЁТЫВАНИЯ ПРИПУСКОВ ШВОВ ОСЗ ПТВ Т

Известно, что объёмный расход жидкости равен произведению линейной скорости ( $v$ ) в сжатом сечении на площадь живого сечения ( $S$ ):

$$Q = v * S$$

Расход жидкости при изменении диапазона скоростей

	Диапазон скоростей, м/с		
	$3 \times 10^{-2} - 5 \times 10^{-2}$	$10 \times 10^{-2} - 15 \times 10^{-2}$	$20 \times 10^{-2} - 25 \times 10^{-2}$
Среднее значение скорости, м/с	$4 \times 10^{-2}$	$12,5 \times 10^{-2}$	$22,5 \times 10^{-2}$
Объёмный расход жидкости, м <sup>3</sup> /с	$4 \times 10^{-7}$	$12,5 \times 10^{-7}$	$22,5 \times 10^{-7}$

- Расход жидкости можно определить по зависимости:

$$Q = \mu f \sqrt{\frac{2(p_1 - p_0)}{\rho}}$$

Преобразовав выражение получим уравнение для расчёта разности давлений ( $p_1 - p_0$ ):

$$\Delta P = \frac{Q^2 * \rho}{2\mu^2 f^2}$$

- Коэффициент расхода будет определён, как произведение коэффициентов скорости ( $\varphi$ ) и сжатия ( $\varepsilon$ ):

$$\mu = \varphi * \varepsilon$$

Коэффициент местного сопротивления, учитывающий внезапное сужение трубы определяется по формуле:

$$\xi = 0,5 \left[ 1 - \left( \frac{d}{D} \right)^2 \right]$$

Коэффициент сжатия ( $\varepsilon$ ) определяется соотношением диаметров  $d$  и  $D$  по формуле:

$$\varepsilon = \frac{d}{D}$$

## Режимные параметры технологического процесса химического обмётывания припусков швов ОСЗ ПТВ

	Диапазон скоростей/с		
	$3 \times 10^{-2} - 5 \times 10^{-2}$	$10 \times 10^{-2} - 15 \times 10^{-2}$	$20 \times 10^{-2} - 25 \times 10^{-2}$
Среднее значение скорости/с	$4 \times 10^{-2}$	$12,5 \times 10^{-2}$	$22,5 \times 10^{-2}$
Объёмный расход жидкости, м <sup>3</sup> /с	$4 \times 10^{-7}$	$12,5 \times 10^{-7}$	$22,5 \times 10^{-7}$
Разность давлений, Па	57,25	563,22	1811,64

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ

▲ Анализ температурных кривых  $t=f(\tau)$  можно выразить в виде дробно-рациональной функции:

$$t(\tau) = \frac{\tau}{a_0 + a_1 * \tau} + a_2$$

Из соотношения следует, что параметр  $a_2$  имеет размерность температуры и характеризует температуру многослойности пакета материалов  $t_0$  при начальных условиях:

$$a_2 = t_{(t \rightarrow 0)} = t_0$$

• Для определения физического смысла параметра  $a_1$  преобразуем зависимость к виду:

$$t(\tau) = \frac{1}{\frac{a_0}{\tau} + a_1} + a_2$$

Из уравнения очевидно, что при  $\tau \rightarrow \infty$  значение среднеобъёмной температуры материала  $t$  стремится к своему максимальному значению  $t_{\max}$ :

$$t_{\max} = t_{(\tau \rightarrow \infty)} = \frac{1}{a_1} + t_0$$

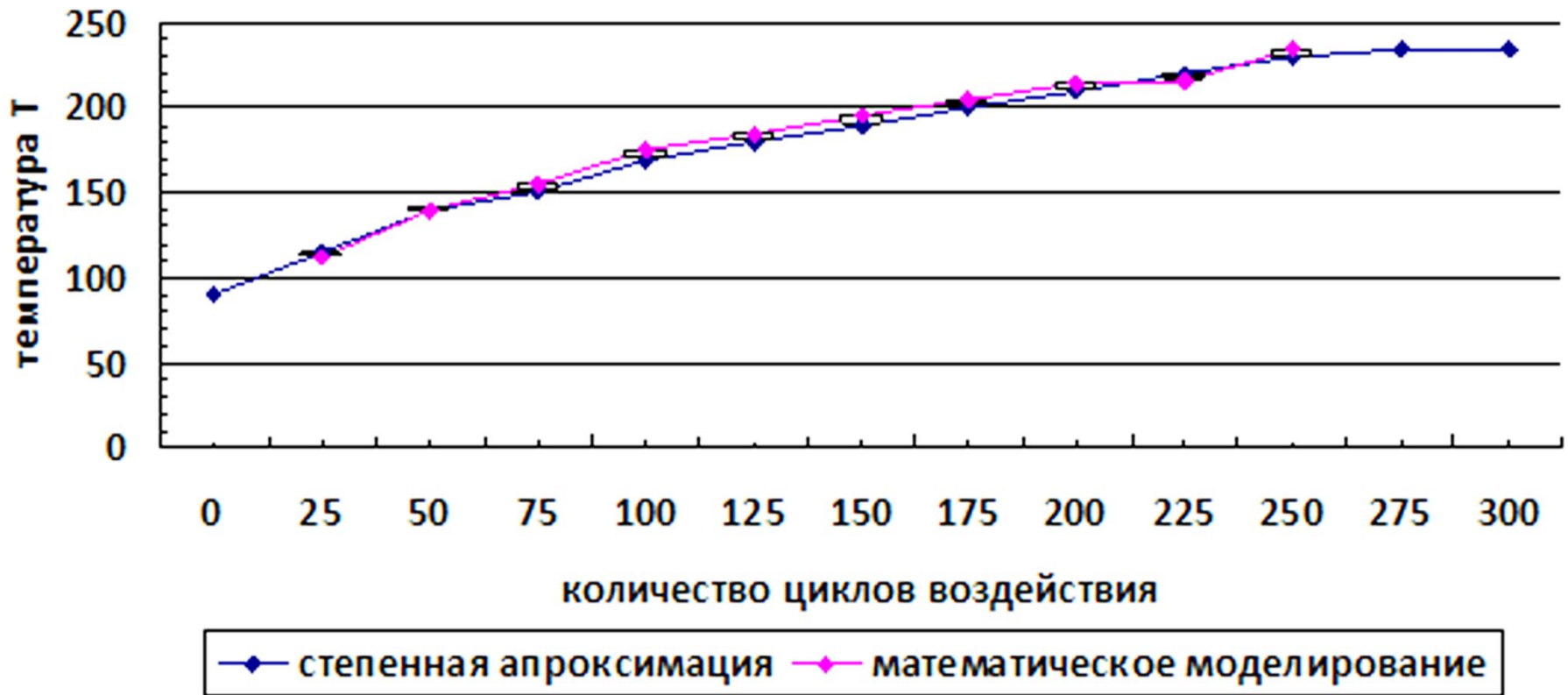


- Таким образом, параметр  $a_1$  имеет размерность  $(^{\circ}\text{C})^{-1}$  и характеризует предельно возможное увеличение температуры многослойного пакета материалов в процессе сушки:

$$a_1 = \frac{1}{t_{max} - t_0}$$

Для определения физического смысла параметра  $a_0$  рекомендуется производить измерение температуры материала  $t'$  после определённого времени  $\tau'$ :

$$a_0 = \frac{\tau'}{t' - t_0}$$



Изменение температуры на внутренней поверхности металлизированного огнетермостойкого материала в области шва после многоцикловых воздействий растягивающих нагрузок (направление строчки соответствует направлению уточных нитей)

- $$t(\tau) = \frac{\tau}{a_0 + a_1 * \tau} + a_2$$

$$a_2 = t_{(t \rightarrow 0)} = t_0 = 90$$

$$a_1 = \frac{1}{t_{\max} - t_0} = \frac{1}{230 - 90} = \frac{1}{140} = 0,007$$

$$a_0 = \frac{\tau'}{t' - t_0} = \frac{25}{115 - 90} = \frac{25}{25} = 1$$

Проводим проверку по 3 точкам:

$$1. \quad t(115) = \frac{25}{1+0,007*25} + 90 = \frac{25}{1,175} + 90 = 111,27$$

$$2. \quad t(140) = \frac{50}{1+0,007*50} + 90 = 139,99$$

$$3. \quad t(220) = \frac{225}{1+0,007*225} + 90 = 215,98$$