

**Национальная академия наук Украины**

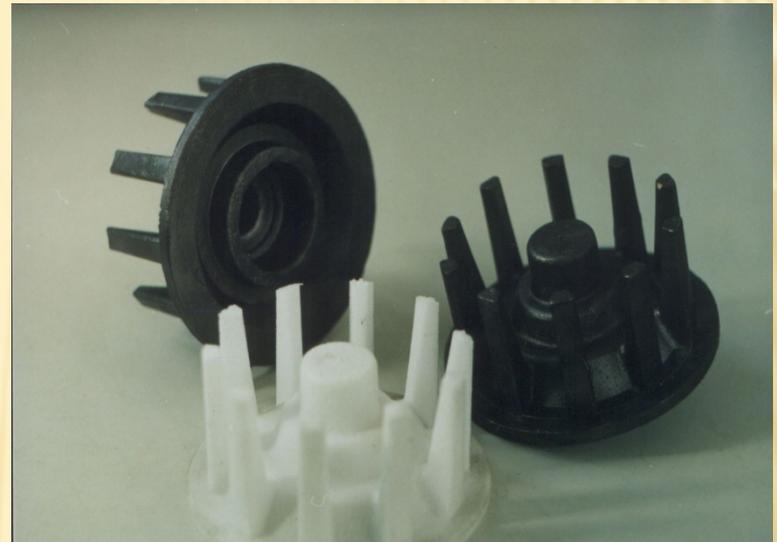
**Физико-технологический институт металлов и сплавов, г. Киев**

*Технологические процессы утилизации и применения отходов  
полистирола в литейном производстве*

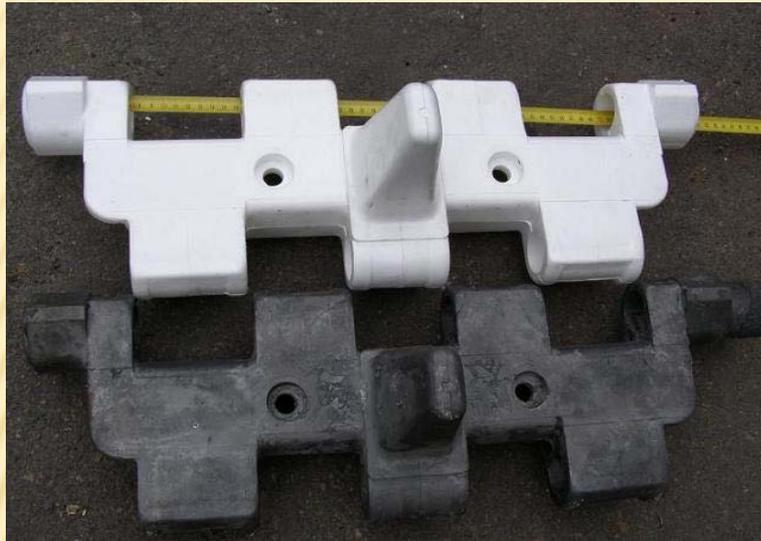
## ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Путем переработки отходов полистирола разработать новые связующие материалы для их использования в промышленности.
2. Анализ и экспериментальные исследования возможности повторного использования отходов модельного производства при спекании газифицируемых моделей.
3. Разработать технологические схемы компактирования пенополистирола в низкотоксичном растворителе, лакирования пенополистирола дисперсной армирующей фазой, получения пенополистирольных связующих и их применения в литейном производстве.

## ПЕНОПОЛИСТИРЛОВЫЕ МОДЕЛИ И ОТЛИВКИ



## ПЕНОПОЛИСТИРЛОВЫЕ МОДЕЛИ И ОТЛИВКИ



## ПЕНОПОЛИСТИРЛОВЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ КРУПНЫХ ОТЛИВОК



## ФОРМОВКА, ЗАЛИВКА, ВЫБИВКА И ОБРУБКА ГОТОВОЙ ДЕТАЛИ





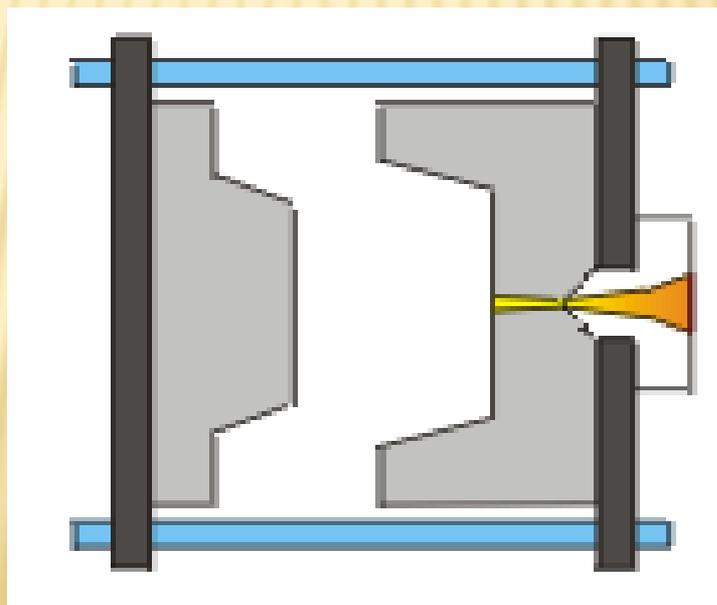
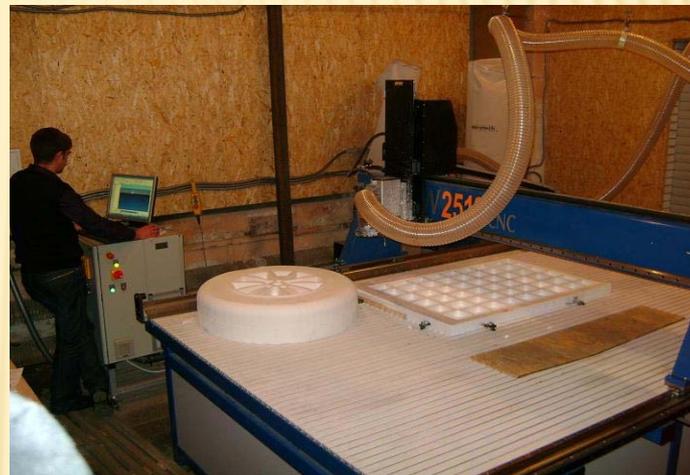
## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ЛИТЬЯ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ С НИЖНИМ ПОДВОДОМ РАСПЛАВА В ФОРМУ

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{dY}{d\tau} &= \frac{\frac{\alpha\Delta T}{r\rho_5(1+N)} \left(1 - \frac{\delta}{\delta_0}\right) + \frac{\lambda\Delta T}{r\rho_5(1+N)\delta}}{\left(1 + \frac{\alpha\Delta T}{r\rho_5(1+N)} \cdot \frac{\rho_5\tau(1 - \frac{\delta}{\delta_0})}{Y(1 + M\tilde{a}\tau)\rho\tilde{\alpha}\delta \left[\left(\frac{\delta}{\tau W_1}\right)^{0.05}\right]}\right)} - W_1, \\
 W_{ii} &= \varphi_T \mu \left[ 2g \left( H_1 - y_1 - \frac{P_0}{\rho_1 q} \right) \right]^{0.5}, \\
 \frac{dQ}{d\tau} &= W_5 \rho_5 M_{\tilde{A}} \nu F_5 (1 - \phi) - \delta \Pi_5 \Delta P K_4 \frac{l_\Sigma - C(l_4' - l_4'')}{(l_4' + l_4'') \tilde{a}_4}, \\
 P_0 &= \frac{PQ}{(F_5 \delta)}, \\
 T_1 &= k \frac{Q_{\tilde{A}-1} + M}{1 - K} (P_{\tilde{A}} - 1)
 \end{aligned} \right.$$

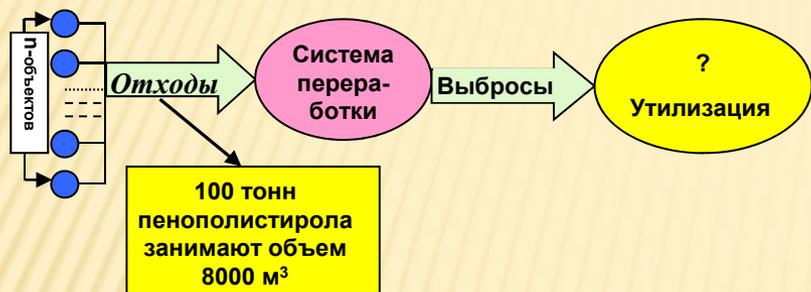
## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МОДЕЛЕЙ И ОТЛИВОК



## НЕКОТОРЫЕ СПОСОБЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕНОПОЛИСТИРОВОЛЫХ МОДЕЛЕЙ



## СХЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА



Традиционная схема утилизации отходов пенополистирола



Отечественная схема “утилизации” отходов пенополистирола

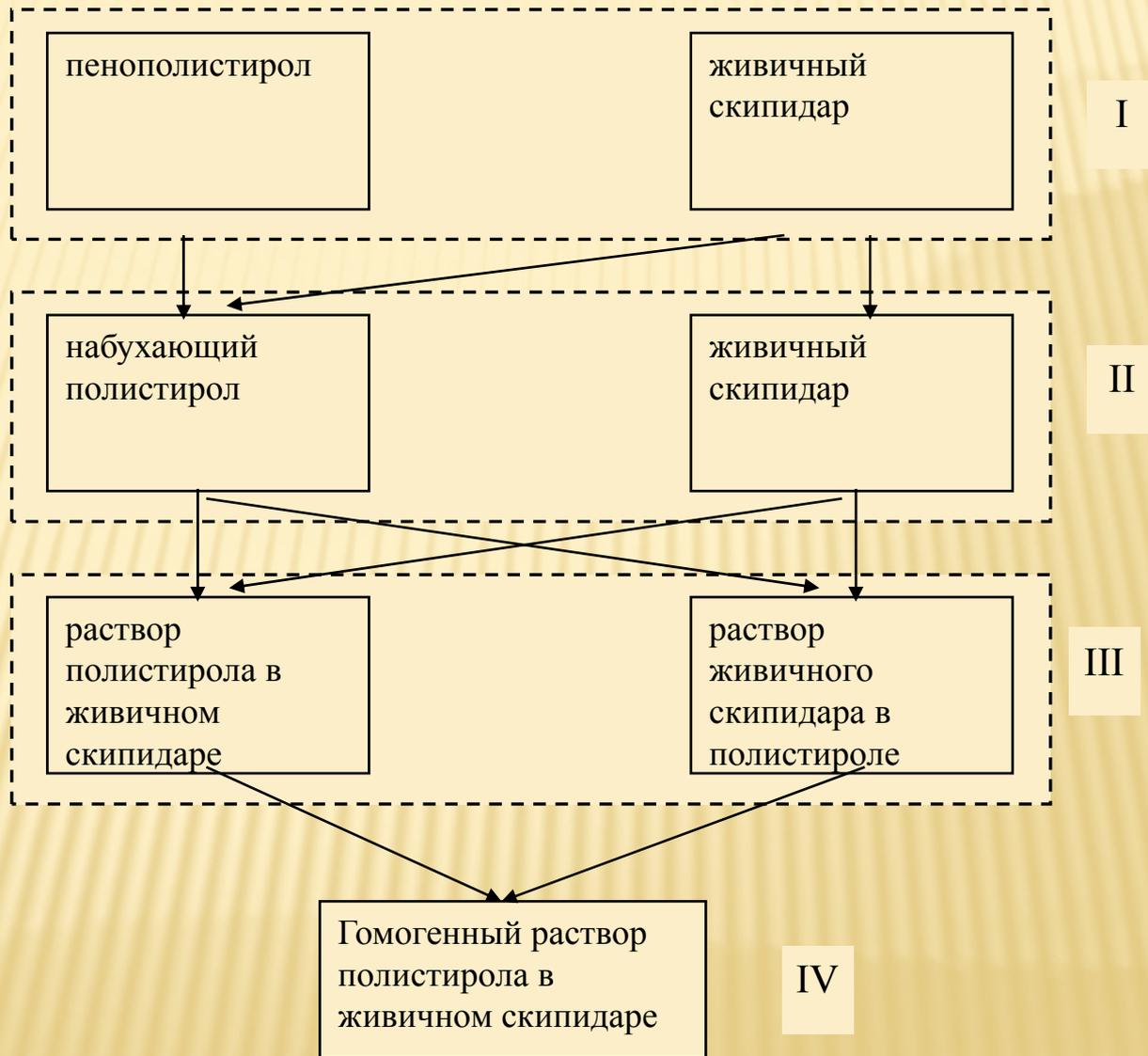


Дискретная схема утилизации и использования отходов пенополистирола в литейном производстве

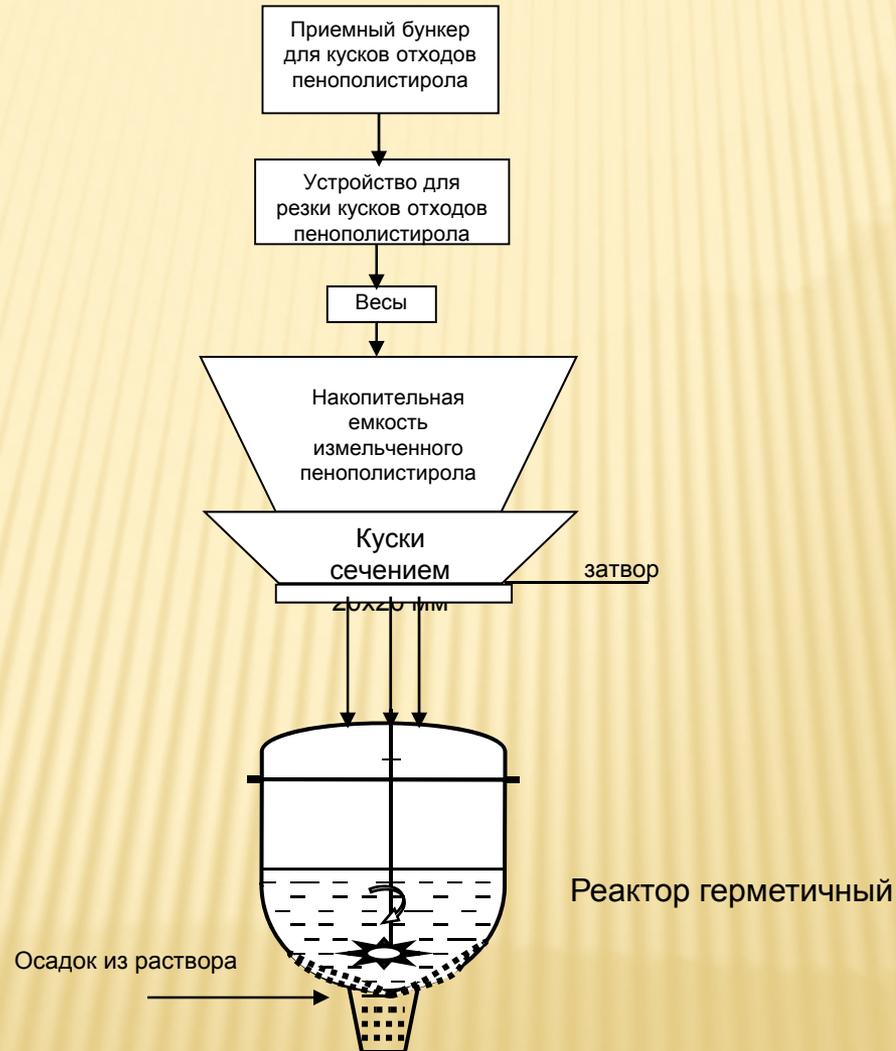
## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЯДА РАСТВОРИТЕЛЕЙ

№ п/п	Наименован.и хим. формула	Молек. масса	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Т-ра вспышки, °С	Т-ра кипения, °С	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	Легучесть по этил. эфиру, %
1	Бензол C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	78,11	0,879	-11	80,1	5	3,0
2	Толуол C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	92,14	0,8669	-4,4	110,62	50	6,1
3	Ксилол, смесь изомеров (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	106,16	0,862-0,878	29	144,411	50	13,5
4	Сольвенты	-	0,85-0,86	20	110-120	100	27
5	Этанол C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46	0,78927	13	78,39	1000	8,3
6	Этилацетат CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	88,11	0,9001	2	77,1	200	2,9
7	n-Бутилацетат CH <sub>3</sub> COO(CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	116,16	0,870-0,890	25-29	126,3	200	11,8
8	Бутиловый спирт (бутанол) C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	74,12	0,8099	34	117,4		33,0
9	Ацетон CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	58,079	0,7920	-18	56,10	200	2,1
10	Метилэтилкетон CH <sub>3</sub> COC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	72,12	0,8054	-6	79,6	200	6,3
11	Тетралин C <sub>10</sub> H <sub>12</sub>	132,21	0,9702	71,1	207,62	100	190
12	Этилцеллозольв C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OCH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> OH	90,12	0,9311	48,90	135,6	740	-
13	Уайт-спирит	-	0,770	33-36	147-200	300	40-60
14	Скипидар живичный C <sub>10</sub> H <sub>16</sub>	136	0,855-0,863	34	160	300	менее 1,9
15	Бензин «Калоша»	-	0,70-0,73	-17	80	300	3,5

## СХЕМА ПРОЦЕССА РАСТВОРЕНИЯ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА В УГЛЕВОДОРОДЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ



# ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ПОЛУЧЕНИЯ РАСТВОРОВ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА В ЖИВИЧНОМ СКИПИДАРЕ



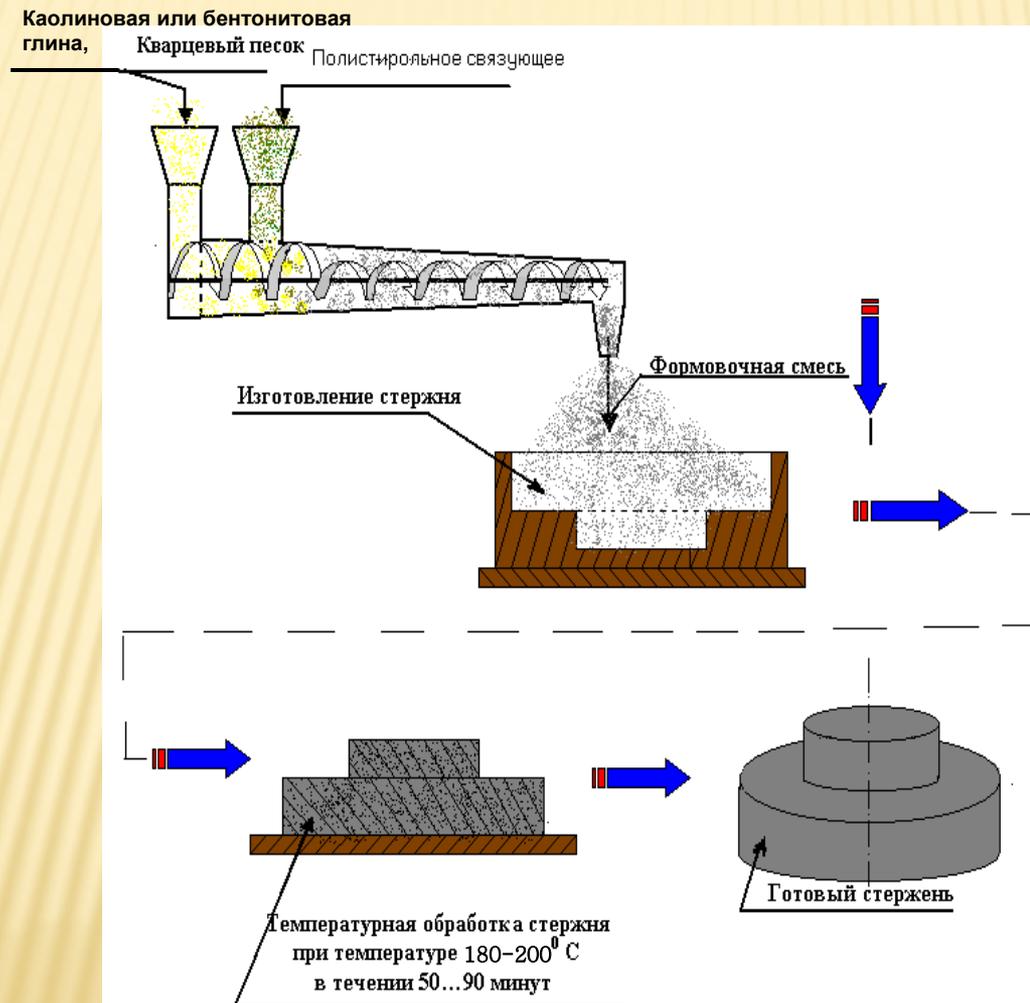
**ОБЪЕМ ОТХОДОВ ПОЛИСТИРОЛА – ОБЪЕМ  
ПОЛИСТИРОЛЬНОГО СВЯЗУЮЩЕГО**



280 cm<sup>3</sup>

6300 cm<sup>3</sup>

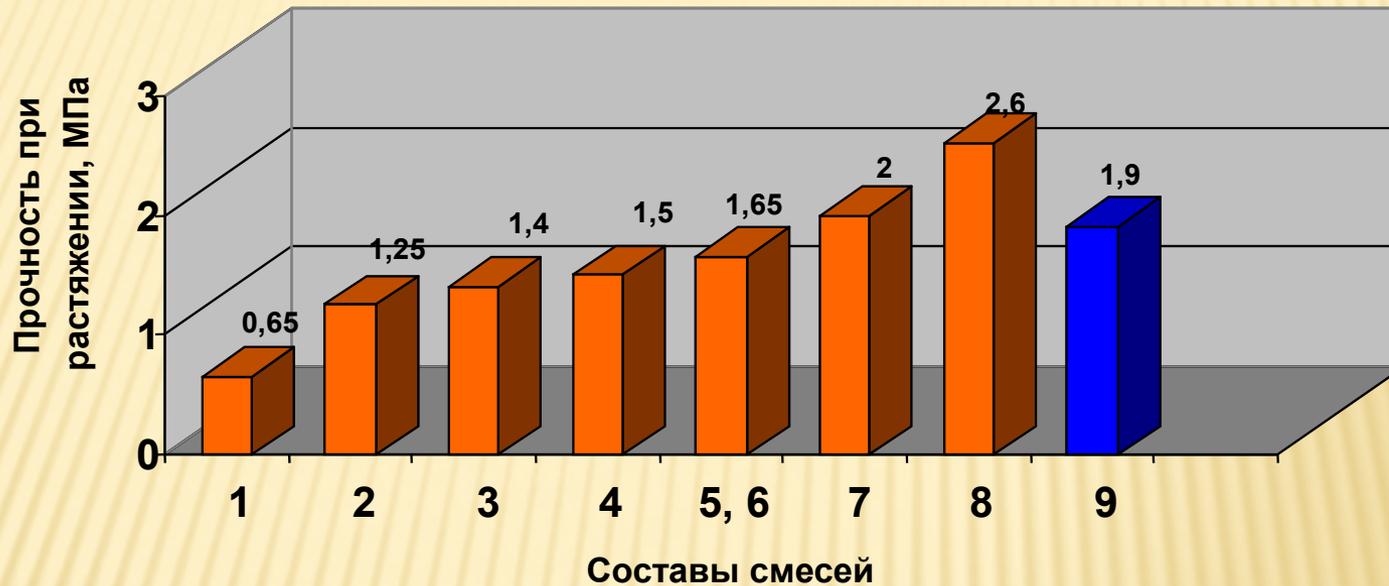
# ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОЛУЧЕНИЯ ФОРМ И СЕРЖНЕЙ ИЗ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИСТИРОЛЬНОГО СВЯЗУЮЩЕГО



## СТЕРЖНИ НА ОСНОВЕ ПОЛИСТИРОЛЬНОГО СВЯЗУЮЩЕГО



## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЧНОСТИ НА РАСТЯЖЕНИЕ ФОРМОВОЧНЫХ СМЕСЕЙ РАЗЛИЧНЫХ СОСТАВОВ

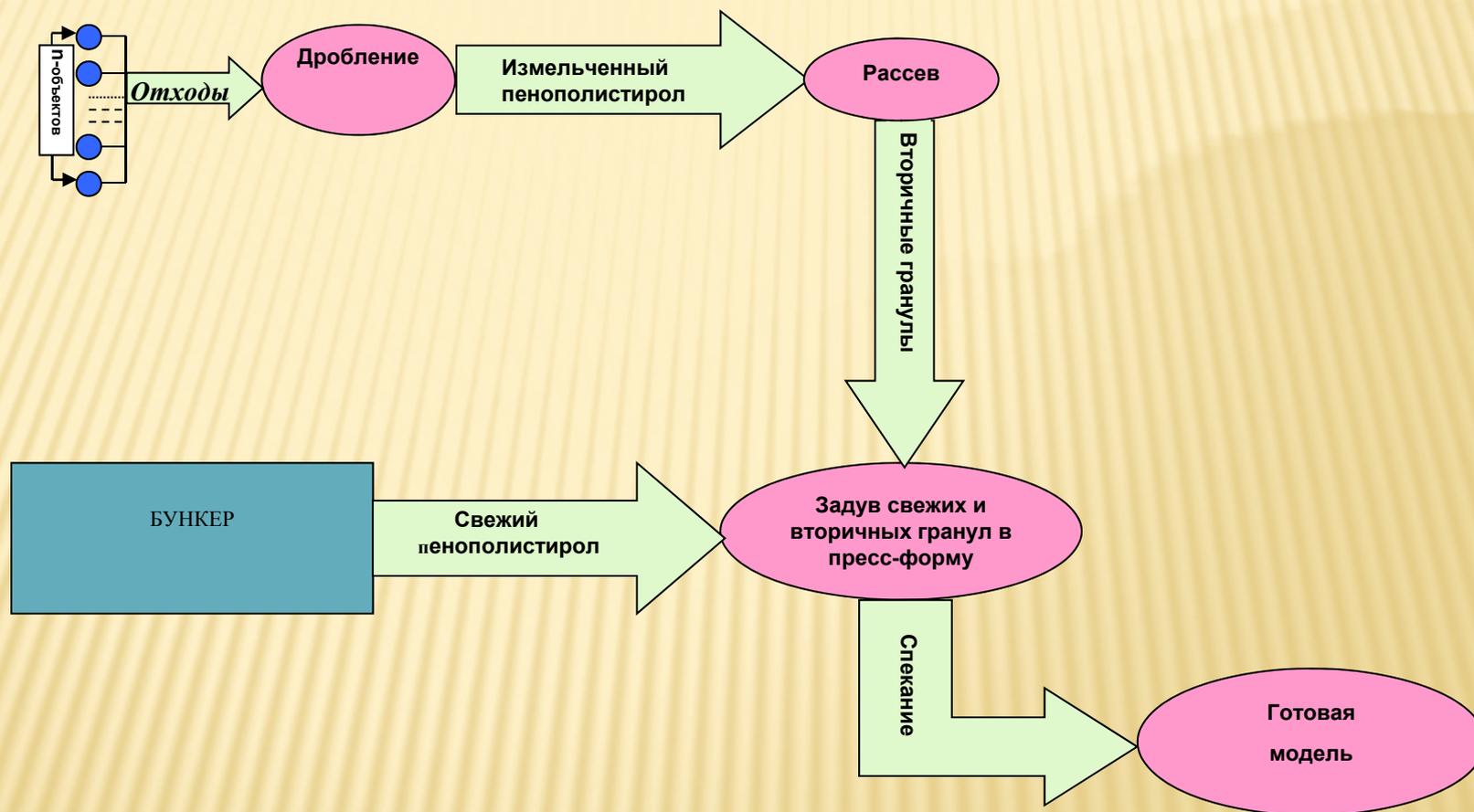


- 1 – смесь с 5 мас. ч. АХФС и содержанием воды 2,5 мас. ч. ( $T_{\text{суш.}}=150^{\circ}\text{C}$ );
- 2 – ХТС на карбидо - фуриновых смолах (время выдержки 24 часа);
- 3 – ХТС с кислотнo-отверждаемой смолой ФФ-65С (время выдержки 24 часа);
- 4 – смесь с 5-6 мас. ч. жидкого стекла и 0,5-1,5 мас. ч. водного раствора едкого натра ( $T_{\text{суш.}}=210^{\circ}\text{C}$ );
- 5 – смесь с 2,0-2,3 мас. ч. АХФС ( $T_{\text{суш.}}=150^{\circ}\text{C}$ );
- 6 – ХТС с кислотнo-отверждаемой смолой – ФФ-65 (время выдержки 24 часа);
- 7 – смесь с 2,2-3 мас. ч. АХФС с добавлением 1 мас. ч. формовочной глины и 0,5-1,3 мас. ч. полиглицеринов ( $T_{\text{суш.}}=150^{\circ}\text{C}$ );
- 8 – смесь с 3,0-3,5 мас. ч. АХФС с добавлением 0,3-0,7 мас. ч. плиглицеринов и 0,05-0,15 мас. ч. полиэтиленполиамиака ( $T_{\text{суш.}}=200^{\circ}\text{C}$ );
- 9 – смесь с добавлением 3% пенополистирола (8 мас. ч. 40%-го раствора пенополистирола в живичном скипидаре).

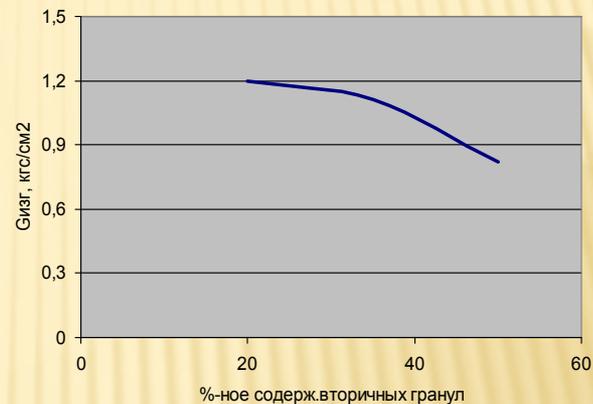
## ЛАКОВЫЕ ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА



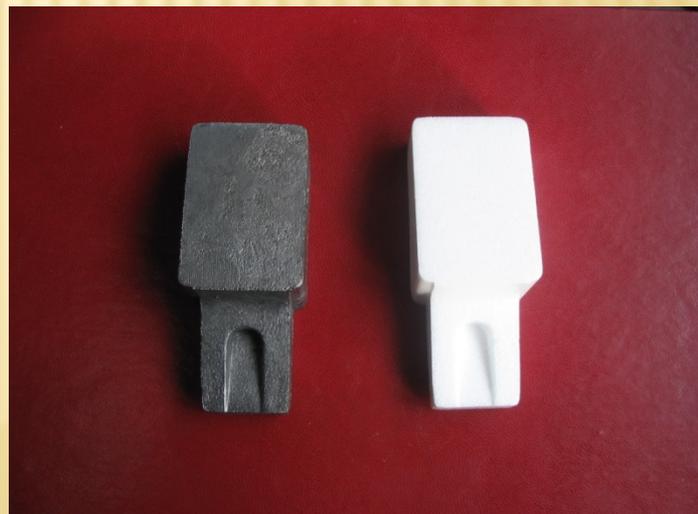
## ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ МОДЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ГАЗИФИЦИРУЕМЫХ МОДЕЛЕЙ



# ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОДЕЛЕЙ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОТЛИВОК



Металл	Физико-механические свойства отливок				
	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_{0.2}$ , МПа	$\delta$ , %	$\varphi$ , %	НВ
Чугун СЧ-20	190— 200	—	—	—	228— 230
Чугун ВЧ-40	375— 390	235— 245	15	—	183— 192
Сталь СТ 40Х	950— 987	750— 787	10	45	223— 227
Сталь СТ 60Л	773— 790	675— 684	12	35	229— 237



## ВЫВОДЫ

1. Установлено, что пенополистирол растворяется в живичном скипидаре, который имеет самую низкую летучесть и ПДК, равную  $300 \text{ мг/м}^3$ , что в 50-60 раз меньше многих известных растворителей (толуол, бензол, ксилол) и позволяет компактировать токсичные пенопласты с уменьшением их объема в 25-30 раз.

2. При исследовании физико-механических характеристик формовочных и стержневых смесей на основе пенополистирольного связующего установлено, что:

- время температурной обработки до 60...80 минут увеличивает прочность на разрыв формовочной смеси до 0,9...1,9 МПа при температурной обработке в  $120 \text{ }^\circ\text{C}$  и до 0,7...2,0 МПа при температурной обработке в  $200 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

- увеличение содержания связующего с 1 до 4 % в формовочной смеси ведет к росту прочности на разрыв с 0,8...0,9 МПа до 1,9...2,1 МПа, что в последнем случае в 2...3 раза выше предыдущего;

- увеличение содержания раствора пенополистирола в формовочной смеси с 1 до 4 % ведет к снижению газопроницаемости с 400 до 120 единиц, причем время тепловой обработки с 20 до 120 минут ведет к увеличению этих значений на 25...40 %;

- увеличение температуры смеси ведет к увеличению прочности на сжатие с 0,01...0,06 МПа до 0,05...0,125 МПа, однако смесь содержащая 1...2 % полистирола имеет прочность, которая ниже оптимальной на 20...50 %;

- оптимальным связующим является раствор пенополистирола в живичном скипидаре 38-40 % концентрации;

- оптимальным составом формовочной и стержневой смеси следует считать смесь содержащую 2,5...3% полистирола, а температура и время тепловой обработки должно составлять  $150...160 \text{ }^\circ\text{C}$  и 50...70 мин.;

- механические свойства формовочных и стержневых смесей на основе пенополистирольных связующих превосходят или равны аналогичным характеристикам ХТС на основе жидкого стекла, фенол-формальдегидных и карбино-фурановых смолах и могут быть их заменителем в литейном производстве.

3. Установлено, что введение в пресс-форму 50 % вторичных гранул не приводит к ухудшению качества моделей и получаемых отливок.

4. Разработаны технологические схемы компактирования пенополистирола в низкотоксичном живичном скипидаре, плакирования пенополистирола дисперсной армирующей фазой, получения пенополистирольных связующих и их применения в литейном производстве. Экспериментально показана возможность применения растворов пенополистирола в качестве лаковых покрытий. Ожидаемый экономический эффект применения нового вида связующего в литейном производстве превысит 100 грн. на 1 тонну литья из железуглеродистых сплавов.