

В.И. УБЕРМАН, канд. техн. наук, ведущ. научн. сотруду.,
А.Е. ВАСЮКОВ, докт. хим. наук, проф.,
Л.А. ПОЛОСУХИНА, канд. техн. наук, старш. научн. сотруду.,
В.В. КАРТАШЕВ, канд. техн. наук, старш. научн. сотруду.,
А.М. КАСИМОВ, докт. техн. наук, завед. лабораторией,
А.Н. АЛЕКСАНДРОВ, старш. научн. сотруду., УкрНИИЭП, Харьков,
Л.А. ВАСЬКОВЕЦ, канд. биол. наук, доцент, НТУ "ХПИ"

ТЕПЛОСТОЙКИЙ НАПОЛНИТЕЛЬ «ПРЕМИКС» – РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ, ПРИНАДЛЕЖНОСТЬ КО ВТОРИЧНОМУ СЫРЬЮ

Досліджено кластеризацію проб за елементним вмістом металів у "теплостійкому наповнювачі «Премікс»" (ТНП), ввезеному з Угорщини у 1995–2005 рр. ТНП є сипкою сумішшю дрібнодисперсних твердих речовин, задекларованою як мінеральні речовини для виготовлення гальмових колодок. Знайдено статистично достовірні розподілення проб ТНП на 3–5 кластерів, що свідчать про різні джерела походження, марки сталей та сплавів, кольорових металів, відходів механічної обробки, які є компонентами ТНП. У виробничих експериментах доведено придатність ТНП для виготовлення гальмових колодок автомобілей Daewoo "Lanos". Визначено, що ТНП задовольняє вимогам законодавства України до вторинної сировини.

Исследована кластеризация проб по элементам металлов в "теплостойком наполнителе «Премикс»" (ТНП), ввезенном из Венгрии в 1995–2005 гг. ТНП является сыпучей смесью мелкодисперсных твердых веществ, которая задекларирована как минеральные вещества для изготовления тормозных колодок. Найдены статистически достоверные распределения проб ТНП на 3–5 кластеров, свидетельствующих о различных источниках происхождения, марках сталей и сплавов, цветных металлов, отходов механической обработки, являющихся компонентами ТНП. Производственными экспериментами доказана пригодность ТНП для изготовления тормозных колодок автомобилей Daewoo "Lanos". Определено, что ТНП удовлетворяет требованиям законодательства Украины ко вторичному сырью.

Investigated the clustering of samples on the metal elements, included in particles of "thermo resisted filling substance under the name «Premix»" (TFP), which imported from Hungary in 1995–2005. TFP is a dry mixture of finely divided solids, which is declared in importer`s documents as mineral substances for the manufacture of brake blocks. Found statistically significant distribution of TFP samples into 3–5 clusters of different origin, marks of steels and alloys, non-ferrous metals, wastes from operations of mechanical treatment, which are TFP components. By direct production experiments proved the suitability of TFP for the manufacture of brake blocks for car Daewoo "Lanos". On the base of importer`s documents determined that the TFP satisfies the requirements of Ukrainian legislation for to be recognised as the secondary raw material.

Общая задача исследования и ее актуальность. Общая задача заключается в технико-экологическом исследовании смеси, известной под наименованием "Минеральные вещества для использования в технологиях изготовления систем торможения (теплостойкий наполнитель "Премикс")", далее упоминается как ТНП, ввезенной в 1995 – 2005 г. на территорию Закарпатской области из Венгрии в количестве более 4 тыс. т. Общая задача исследования указана в [1]. В данной работе описывается часть указанного комплекса исследований, связанная с сочетаниями металлов в пробах и применением ТНП для заявленных целей.

Анализ последних результатов и публикаций, в которых начато решение проблемы, нерешенные части общей проблемы. Соответствующая информация приведена в [1 – 4]. Там же описан объект и предыдущие работы по изучению физических, органолептических, дисперсных, морфометрических, химических характеристик ТНП. Сделан вывод о принадлежности значительной части массы ТНП к отходам процессов механической обработки (шлифования) и производства изделий из фенопластов.

Цель и задачи исследования. К основным целям данной работы относятся:

1) изучение возможности выделения дополнительно к указанным в [4] решающим признакам (группы *Fa01*) некоторых материальных признаков ТНП, позволяющих более полно характеризовать принадлежность ТНП к промышленным отходам, сопоставление этих признаков с информацией документальных источников;

2) обоснование возможности отнесения ТНП ко вторичному сырью.

Для достижения цели решаются следующие задачи:

1) на основе данных химических исследований оценить возможность выделения диагностических признаков принадлежности металлических частиц (*F02*) к сталям и сплавам (дополнительные признаки *Fa01a*), используемым в машиностроении и др. производствах (*Fa01*);

2) то же самое для принадлежности к цветным сплавам (дополнительные признаки *Fa01b*);

3) показать возможность использования ТНП как материала (вторичного сырья) для цели, заявленной в документации поставщика;

4) выяснить соответствие ТНП установленным критериям для вторичного сырья.

В качестве рабочей гипотезы принимается справедливость информации

о ТНП, приведенной в (технологической) документации производителя, в договорной документации конечного потребителя на поставку ТНП и в товаросопроводительной документации поставщика.

Объект и предмет исследования. Предположительно достоверные (и подлежащие верификации в данном комплексе исследований) описания происхождения ТНП и его производственного назначения содержатся в источниках, указанных в [1 – 2]. Пробы ТНП отбирались в местах временного хранения. Территориальная привязка, маркировка и основные характеристики исследованных проб ТНП описаны в [1]. Объектами данной части общего комплекса исследований являются макро– и микрочастицы ТНП, предметами исследований – характеристики их цвета, формы и вещественной природы, материаловедческие показатели фактической пригодности ТНП для экспериментальных технологических процессов, а также выполнимость установленных требований ко вторичному сырью.

О принадлежности частиц ТНП к сталям и сплавам черных металлов (признак *Fa01a*). Путем магнитной сепарации и микроскопических исследований было установлено, что в ТНП металлы присутствуют в виде стружек, опилок, частиц различной формы, измельченных волокон круглого сечения, ленточных включений. Указанные частицы имеют белый, красный, желтый, черный, темно–серый цвет, а также цвета побежалости. При оценке принадлежности этих частиц ТНП некоторым материалам (сталям и сплавам черных металлов) с помощью данных из [2] о валовом содержании элементарных металлов в пробах ТНП учитывается следующее:

1) решение такой «обратной задачи» всегда обладает ограниченной достоверностью, связанной с невозможностью прямого исследования кристаллической структуры материала частиц;

2) возникают дополнительные неопределенности, связанные с множественностью источников (различных исходных компонентов) возможных поступлений сталей и сплавов в ТНП, а также входящих в них химических элементов. Например, источником Fe может быть как стальное волокно, так и оксид железа, Cr может находиться как в составе сталей (сплавов), так и в шлифовальных пастах, содержание Ti связано с присутствием отходов обработки изделий, содержащих легирующий титан, из технического титана, либо абразивов из карбида титана, см. табл. 2 в [2];

3) в пробах ТНП возможно присутствие смеси различных марок сталей и/или сплавов как отходов механической обработки;

4) отсутствие связи между площадками сберегания и составом ТНП по конкретным маркам сталей и сплавов;

5) аналитические определения химических показателей состава [3], характеризующие принадлежность металлических частиц конкретным маркам сталей и сплавов, не являются достаточно полными по набору элементов и не обеспечивают оценку состава возможных сталей и/или сплавов;

б) структура ТНП не позволяет применить адекватные методы анализа для определения состава.

Для достижения поставленной цели исследовалась однородность проб по содержанию элементов черных металлов.

Результаты в виде дендрограммы для набора относительных содержаний (в %) элементов сталей и сплавов (Fe, Cr, Mn, Ti) приведены на рис. 1.

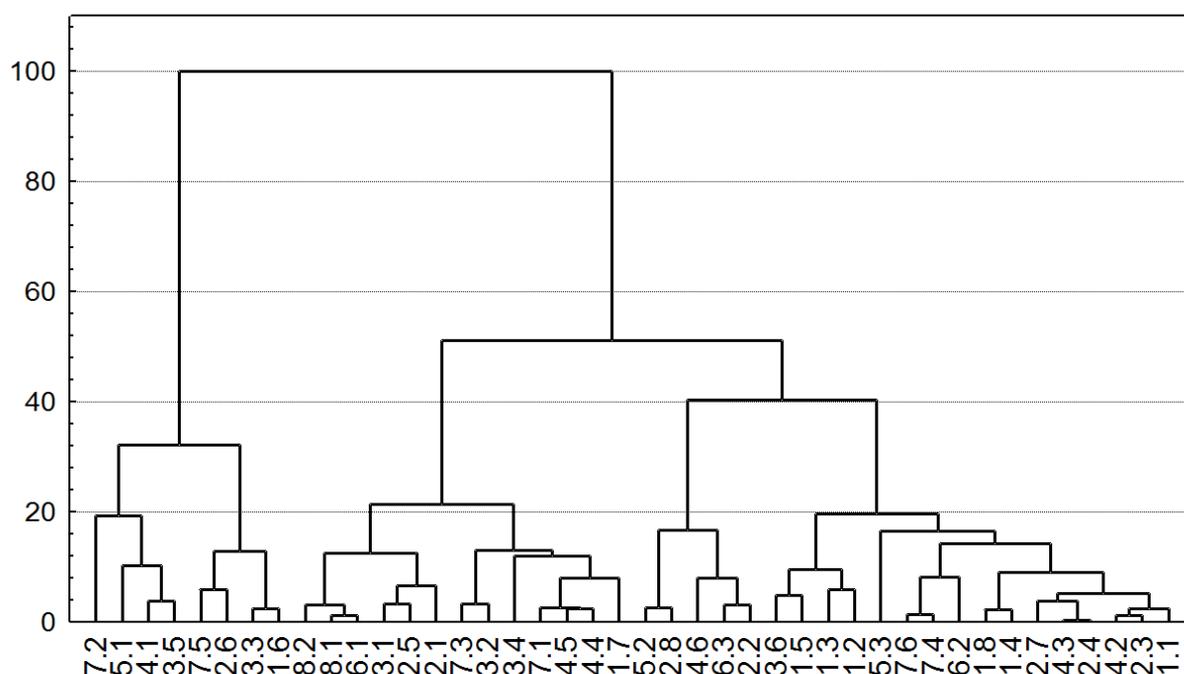


Рис. 1. Древоподобная кластеризация (соединение) проб ТНП в пространстве компонентов черных металлов (Fe, Cr, Mn, Ti) (правило слияния – не взвешенное парно–групповое среднее, мера расстояния – эвклидова):
ось абсцисс – номера проб,
ось ординат – шкала дерева – нормированное расстояние между.

При технологически значимых порогах различия кластеров 50 и 30 % неопределенность отнесения пробы ТНП кластерам на основании распределений проб из рис. 1 характеризуется данными, приведенными в табл. 1. Полученные результаты дают основания для применения строгой статистиче-

ской процедуры кластеризации с поиском 3-х и 5-и кластеров в пространстве (Fe, Cr, Mn, Ti) с евклидовой метрикой.

Таблица 1

Характеристики неопределенности содержания марок сталей и/или сплавов черных металлов в пробах ТНП

Показатели распределения проб по кластерам	Порог различимости (Tl , %) кластеров в пространстве элементов Fe, Cr, Mn, Ti							
	50			30				
Номер кластера	1	2	$C = 3$	1	2	3	4	$C = 5$
Количество проб, образующих кластер (при $N = 42$)	8	13	21	4	4	13	5	16
$H_{max}(C, N)$, биты	1,585			2,322				
$H(Tl, N)$, биты	1,479 (93 % H_{max})			2,066 (89 % H_{max})				

Обозначения: $H_{max}(Tl, N)$ – максимальная энтропия при равномерных распределениях проб ТНП для заданного количества кластеров C ; $H(Tl, N)$ – энтропия фактических распределениях проб ТНП, найденных для порога различимости Tl в пространстве (Fe, Cr, Mn, Ti).

Кластеризация выполнялась на основании критерия минимизации внутрикластерной с одновременной максимизацией межкластерной вариации (изменчивости). Результаты представлены на рис. 2, 3 и в табл. 2, 3.

Качество выполненной кластеризации по критерию вариации оценено следующим образом:

1) хорошее для компонентов Cr и Fe, межкластерные различия статистически значимы;

2) неудовлетворительное для Mn и Ti, межкластерные различия статистически незначимы.

Полученные результаты свидетельствуют о следующем.

Векторы измеренного содержания черных металлов достоверно различаются лишь по Fe и Cr, которые варьируют независимо друг от друга (как компоненты ТНП) для железо– и хромсодержащих проб.

При $C = 3$ и $C = 5$ для центров кластеров (кластерных средних компонентов) отношения содержаний Cr/Fe в возрастающем порядке имеют соответственно значения 7,6, 19,1, 43,6 и 7,6, 17,3, 28,1, 40,7, 53,6 %.

На основании изложенных причин полученные различия не могут быть источниками суждений о конкретных марках сталей и/или сплавов, приводимых в технических источниках информации [5].

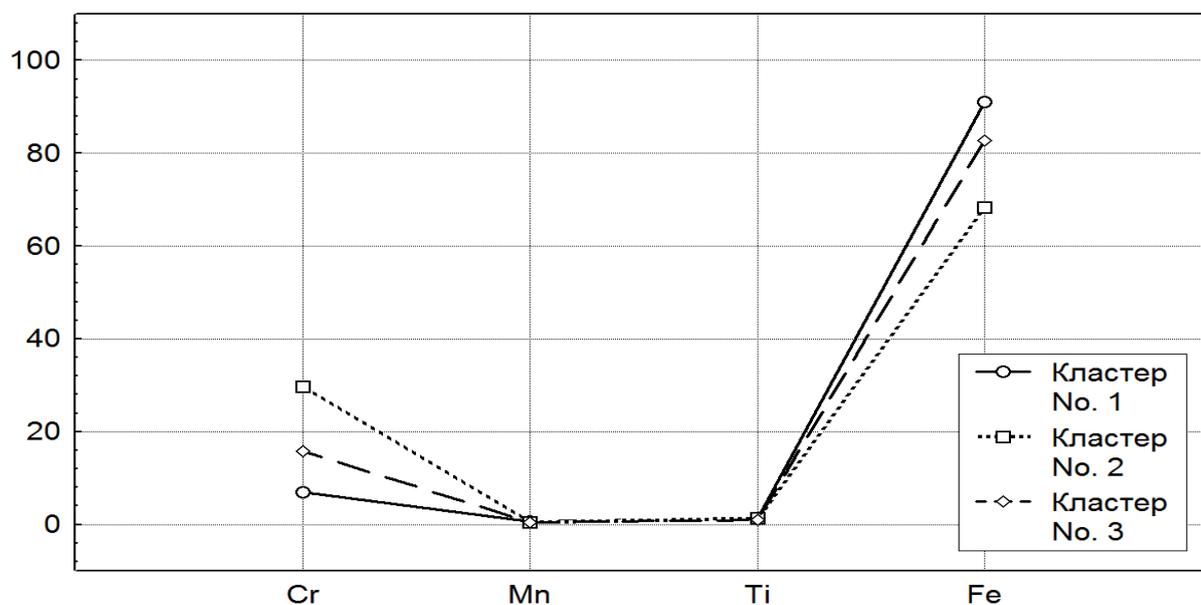


Рис. 2. Характеристики 3-х кластеров в пространстве (Fe, Cr, Mn, Ti), выделенных при $Tl = 50\%$:
ось абсцисс – металлы; ось ординат – средние значения для кластеров, %.

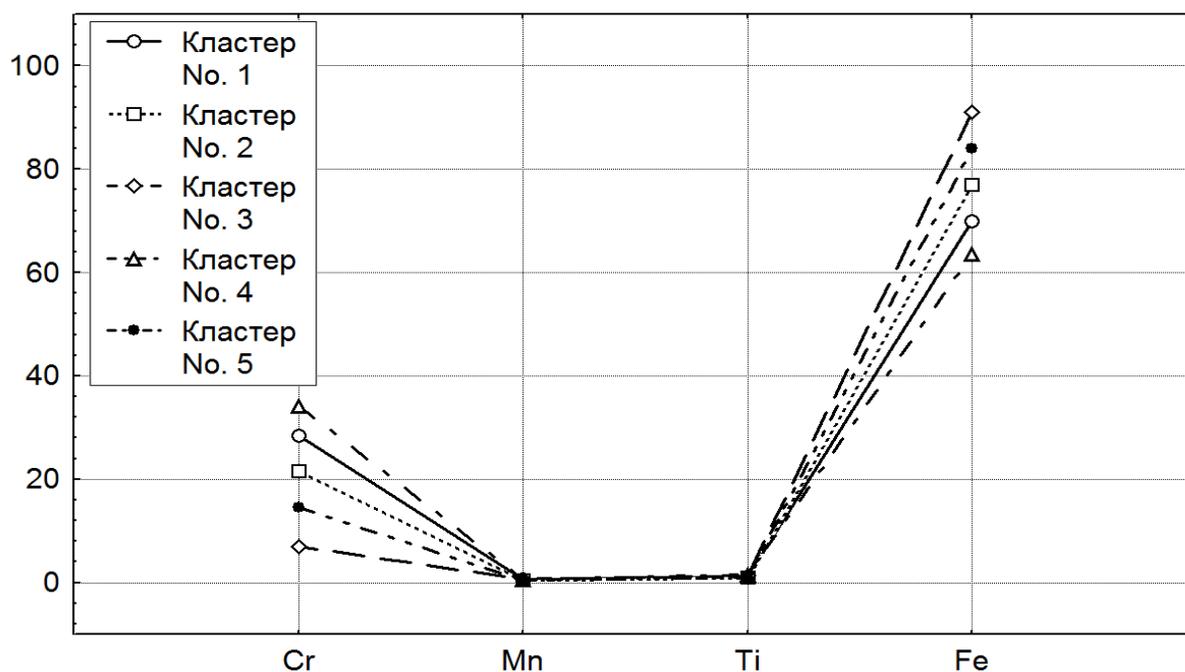


Рис. 3. Характеристики 5-и кластеров в пространстве (Fe, Cr, Mn, Ti), выделенных при $Tl = 30\%$:
ось абсцисс – металлы; ось ординат – средние значения для кластеров, %.

Следовательно, попытка оценки марок сталей и/или сплавов, основывающаяся на выполненных химических исследованиях, является неудовлетвори-

тельной, а ее результаты в рамках имеющихся данных не могут быть улучшены.

Таблица 2

Распределения проб ТНП по кластерам в пространстве металлов (Fe, Cr, Mn, Ti), найденные для порогов различимости Tl , %

Кол-во кластеров	Номер кластера	Номера проб, принадлежащих кластеру	Всего проб
$C = 3$ при $Tl = 50$	1	1.7,2.1,2.5,3.1,3.2,3.4,4.4,4.5,6.1,7.1,7.3,8.1,8.2	13
	2	1.6,2.6,2.8,3.3,3.5,4.1,5.1,5.2,7.2,7.5	10
	3	1.1,1.2,1.3,1.4,1.5,1.8,2.2,2.3,2.4,2.7,3.6,4.2,4.3,4.6,5.3,6.2,6.3,7.4,7.6	19
	$H(50,42)$	1,537 бита (97 % H_{max})	42
$C = 5$ при $Tl = 30$	1	1.6,2.6,3.3,7.5	4
	2	2.2,2.8,3.6,4.6,5.2,6.3	6
	3	1.7,2.1,2.5,3.1,3.2,3.4,4.4,4.5,6.1,7.1,7.3,8.1,8.2	13
	4	3.5,4.1,5.1,7.2	4
	5	1.1,1.2,1.3,1.4,1.5,1.8,2.3,2.4,2.7,4.2,4.3,5.3,6.2,7.4,7.6	15
	$H(30,42)$	2,101 бита (90 % H_{max})	42

Таблица 3

Характеристики центров кластеров в пространстве металлов (Fe, Cr, Mn, Ti), найденные для порогов различимости Tl , %

Кол-во кластеров	Номер кластера	Средние для компонентов кластера, %				Всего проб
		Cr	Mn	Ti	Fe	
$C = 3$ при $Tl = 50$	1	6,927	0,616	1,430	91,027	13
	2	29,790	0,553	1,376	68,280	10
	3	15,782	0,510	0,940	82,768	19
$C = 5$ при $Tl = 30$	1	28,443	0,564	1,128	69,865	4
	2	21,602	0,435	1,045	76,917	6
	3	6,927	0,616	1,430	91,027	13
	4	34,134	0,574	1,594	63,698	4
	5	14,522	0,538	0,964	83,976	15

О принадлежности частиц ТНП к цветным металлам и сплавам (признак $Fa01b$). При описанном в [3] исследовании содержания металлов в пробах ТНП определялись элементы Cu, Pb, Zn. О наличии Pb и Zn как об отдельных технологических компонентах ТНП, так и в виде химических (элементов) составляющих последних, ни в документации производителя, ни в документации поставщика не указывается [2].

Это означает, что из среднего содержания в одной пробе ТНП всех определенных элементарных металлов 159,125 г/кг 8 % массы не отражены в товаросопроводительной документации. Логика и процедуры статистического исследования данных о содержании цветных металлов в пробах ТНП полностью аналогичны изложенному выше. Результаты предварительной кластеризации в пространстве (Cu, Pb, Zn) приведены на рис. 4. Кластеризация для порогов различия 50 и 30 % и неопределенность принадлежности пробы ТНП кластерам на основании рис. 4 характеризуется данными, приведенными в табл. 4.

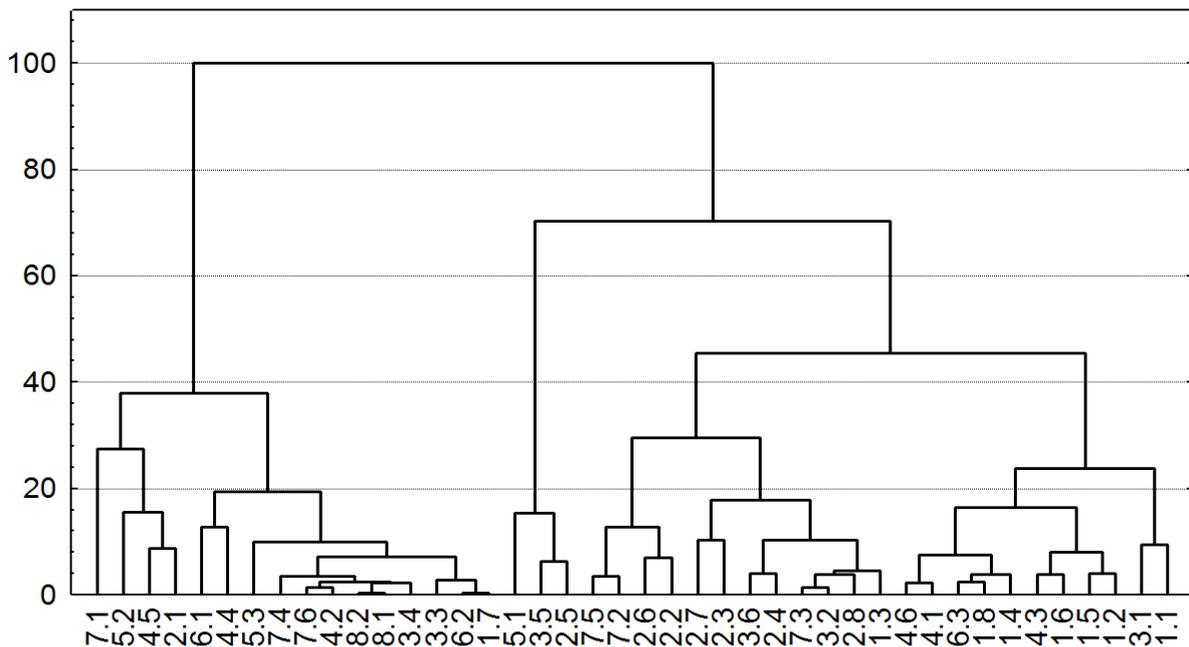


Рис. 4. Древоподобная кластеризация (соединение) проб ТНП в пространстве компонентов цветных металлов (Cu, Pb, Zn) (правило слияния – не взвешенное парно-групповое среднее, мера расстояния – евклидова): ось абсцисс – номера проб, ось ординат – шкала дерева – нормированное расстояние между кластерами, %).

После такого предварительного исследования имеются основания для применения строгой процедуры статистической кластеризации с поиском 3-х и 5-и кластеров в пространстве (Cu, Pb, Zn).

Результаты представлены на рис. 5, 6 и в табл. 5, 6.

Качество выполненной кластеризации по критерию вариации оценивается следующим образом:

1) хорошее для компонентов Cu и Zn, различия между кластерами стати-

стически значимы;

2) для Pb – удовлетворительное в случае $C = 3$ ($p < 0,05$) и неудовлетворительное в случае $C = 5$, различия между кластерами статистически незначимы.

При $C = 3$ и при $C = 5$ для центров кластеров (кластерных средних компонентов) отношения содержаний Cu/Zn в возрастающем порядке имеют соответственно значения 37,6, 85,4, 243,9 и 23,9, 53,7, 95,2, 203,6, 388,6 %.

Таблица 4

Характеристики неопределенности содержания наборов цветных металлов в пробах ТНП

Показатели распределения проб по кластерам	Порог различимости (Tl , %) кластеров в пространстве элементов Cu, Pb, Zn							
	50			30				
Номер кластера	1	2	$C = 3$	1	2	3	4	$C = 5$
Количество проб, образующих кластер ($N = 42$)	16	3	23	4	12	3	12	11
$H_{max}(C, N)$, биты	1,585			2,322				
$H(Tl, N)$, биты	1,278 (81 % H_{max})			2,134 (92 % H_{max})				

Обозначения: такие же, как в табл. 1.

С точки зрения наличия в пробах ТНП металлических материалов следует отметить широкий диапазон содержания исследованных элементов: Cu – 20 – 80, Pb – 0,5 – 2,6, Zn – 20 – 80 %. Это свидетельствует о значимом присутствии в ТНП как технически чистых (однородных) цветных металлов, так и сплавов. Микроскопические наблюдения металлических частиц желтого, красного и белого цвета служат дополнительным подтверждением. Наиболее трудно объяснить присутствие в ТНП свинца, который обладает антифрикционными свойствами. В документации производителя и поставщика ТНП [2] свинец и свинецсодержащие компоненты отсутствуют.

Анализируя данные из табл. 6 с целью определения возможной принадлежности кластеров цветных металлов конкретным материалам, можно сделать следующие обоснованные предположения.

В случае отходов медноцинковых сплавов (латуней) на основании содержания цинка (Zn) кластеры $Cl(5, n)$ характеризуются следующими фазами Cu – Zn: $Cl(5, 1)$ – ε ($CuZn_3$), $Cl(5, 2)$ – α , $Cl(5, 3)$ – β, β' ($CuZn$), $Cl(5, 4)$ – α , $Cl(5, 5)$ – γ (Cu_5Zn_8).

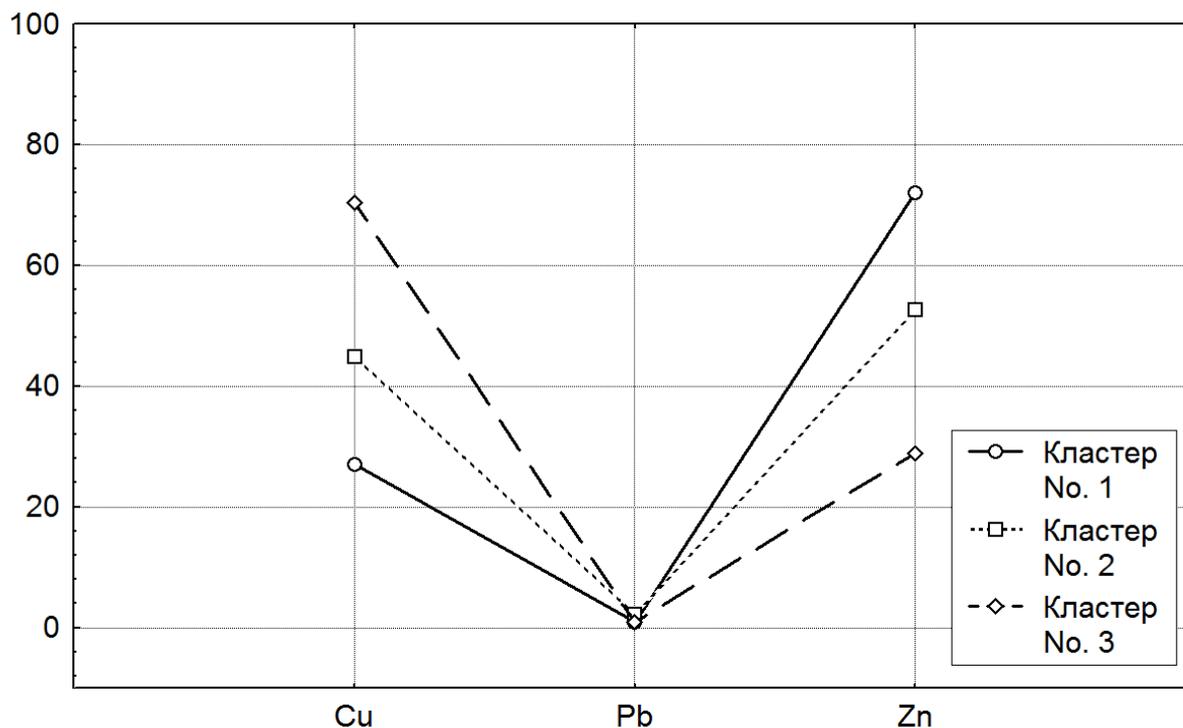


Рис. 5. Характеристики 3-х кластеров в пространстве (Cu, Pb, Zn), выделенных при $Tl = 50\%$:
 ось абсцисс – металлы; ось ординат – средние значения для кластеров, %.

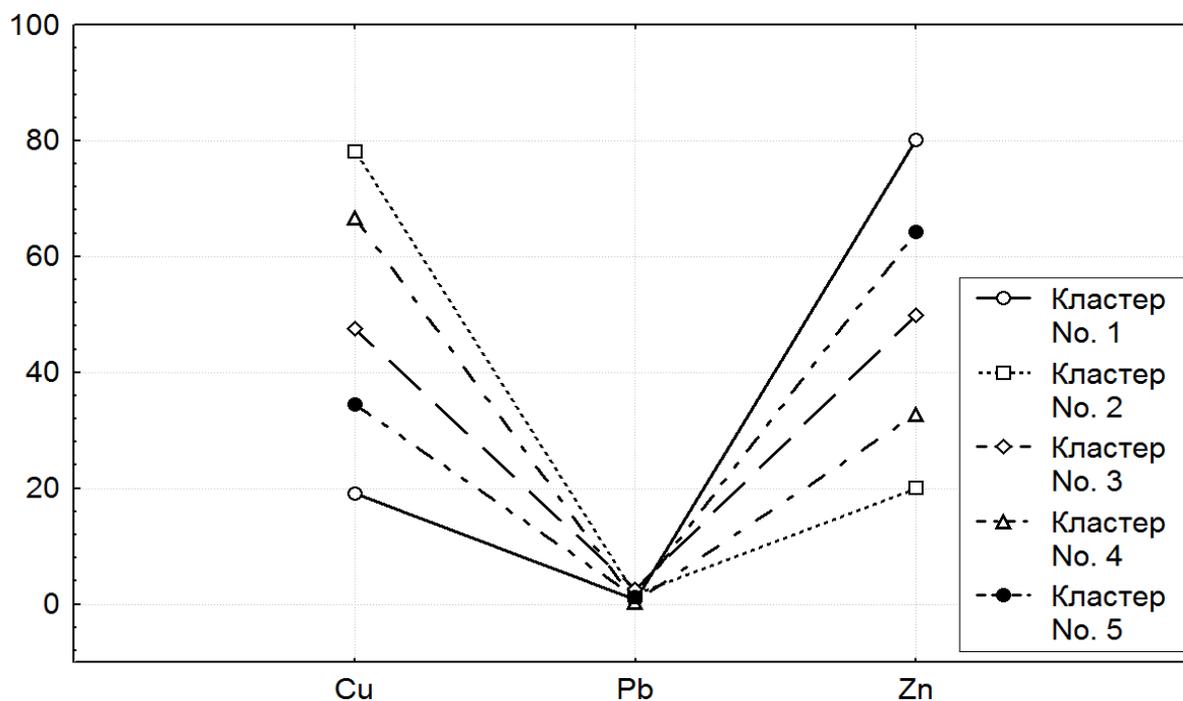


Рис. 6. Характеристики 5-и кластеров в пространстве (Cu, Pb, Zn), выделенных при $Tl = 30\%$:
 ось абсцисс – металлы; ось ординат – средние значения для кластеров, %.

Таблица 5

Распределения проб ТНП по кластерам в пространстве металлов (Cu, Pb, Zn), найденные для порогов различимости Tl , %

Кол-во кластеров	Номер кластера	Номера проб, принадлежащих кластеру	Всего проб
$C = 3$ при $Tl = 50$	1	1.1,1.4,1.5,1.6,1.8,2.5,3.1,3.5,4.1,4.3,4.6,5.1,6.3	13
	2	1.2,1.3,2.2,2.3,2.4,2.6,2.7,2.8,3.2,3.6,7.2,7.3,7.5	13
	3	1.7,2.1,3.3,3.4,4.2,4.4,4.5,5.2,5.3,6.1,6.2,7.1,7.4,7.6,8.1,8.2	16
	$H(50,42)$	1,552 бита (98 % H_{max})	42
$C = 5$ при $Tl = 30$	1	1.1,2.5,3.1,3.5,5.1	5
	2	2.1,4.4,4.5,5.2,7.1	5
	3	1.3,2.2,2.3,2.4,2.6,2.7,3.6,7.2,7.5	9
	4	1.7,3.3,3.4,4.2,5.3,6.1,6.2,7.4,7.6,8.1,8.2	11
	5	1.2,1.4,1.5,1.6,1.8,2.8,3.2,4.1,4.3,4.6,6.3,7.3	12
	$H(30,42)$	2,230 бита (96 % H_{max})	42

Таблица 6

Характеристики центров кластеров в пространстве металлов (Cu, Pb, Zn), найденные для порогов различимости Tl , %

Кол-во кластеров	Номер кластера	Средние для компонентов кластера, %			Всего проб
		Cu	Pb	Zn	
$C = 3$ при $Tl = 50$ %	$Cl(3,1)$	27,114	0,864	72,021	13
	$Cl(3,2)$	44,997	2,320	52,683	13
	$Cl(3,3)$	70,316	0,852	28,832	16
$C = 5$ при $Tl = 30$ %	$Cl(5,1)$	19,159	0,703	80,138	5
	$Cl(5,2)$	78,109	1,790	20,101	5
	$Cl(5,3)$	47,532	2,559	49,909	9
	$Cl(5,4)$	66,774	0,425	32,801	11
	$Cl(5,5)$	34,489	1,237	64,274	12

В соответствии с [6] практическое применение имеют латуни, содержащие до 50 % Zn. Наличие достаточно значительного содержания Pb > 0,1 % трудно объяснить, этот факт не согласуется с предположением о единственности латуней как цветных сплавов в составе ТНП.

Сырьевая пригодность ТНП. Наиболее убедительным способом доказательного определения сырьевой пригодности материалов является их прямое использование для изготовления требуемого вида продукции.

В контексте верификации сведений о ТНП наиболее важным является производство тормозных колодок (накладок). В данной работе выполнялось подтверждение возможности использования ТНП как компонента материала

для автомобильных тормозных колодок в условиях реального производства.

Производственный эксперимент проводился на предприятии ООО фирмы «БЕСТ», г. Днепропетровск. Колодки изготавливались в соответствии с ТУ У 34.3-19438437-004-2003.

Указанное предприятие использует в производстве вещество «связующее фенольное порошкообразное СФ-011Л, ТУ 6-05-1370-90 с измен. 1, 2», поставляемое "ОАО Уралхимпласт", г. Нижний Тагил, Свердловской области. Фенолоформальдегидная новолачная смола СФ-011 предназначена для получения связующих в производстве абразивных изделий и песчано-смоляных оболочковых форм.

Смола имеет температуру каплепадения по Уббелюде 116 – 125 °С, вязкость 50 %-ного раствора в этиловом спирте при 20 °С 45 – 95 сП (в ацетоне), содержание бромлирующих веществ в пересчете на фенол $\leq 5,0$ %. На основе СФ-011 изготавливается связующее ПК-104 (ГОСТ 13507-68): тонко измельченная смесь смолы и 7,4 – 8 % уротропина.

Основное назначение СПФ-011Л, принадлежащего группе новолачных смол, – применение в производстве литейных оболочковых форм и стержней.

Для изготовления экспериментальных образцов тормозных колодок предприятию передавалось 5 кг смеси ТНП.

Смешивались равные массовые части 17 натуральных проб ТНП, комбинировавшиеся в смеси следующим образом:

1) пробы из наибольшей массы ТНП, накопленной на площадках (2.1+2.2+2.3+2.4+2.5+2.6+2.7+2.8);

2) пробы из наиболее мелких частиц (6.1+6.2+6.3);

3) пробы из железнодорожного состава (7.1+7.2+7.3+7.4+7.5+7.6).

На основании непродолжительных технологических экспериментов (под руководством главного технолога, к.т.н. Сорокина Е.Л.) 25.01.2008 г. изготовлено 8 экз. экспериментальных образцов тормозных колодок для дисковых тормозов автомобиля Daewoo “Lanos” (два комплекта из 4-х колодок каждый, в полиэтиленовой упаковке, масса комплекта 980 – 982 г. Характеристики ТНП удовлетворяли требованиям входного контроля сырья предприятия. Каждая колодка содержит в среднем 49 г ТНП. Колодки прошли внутренний контроль качества продукции.

Экспериментально установленная массовая доля ТНП в формовочной смеси изготовленных колодок составляет 20 %.

На рис. 7 приведены фотоснимки полученных колодок.

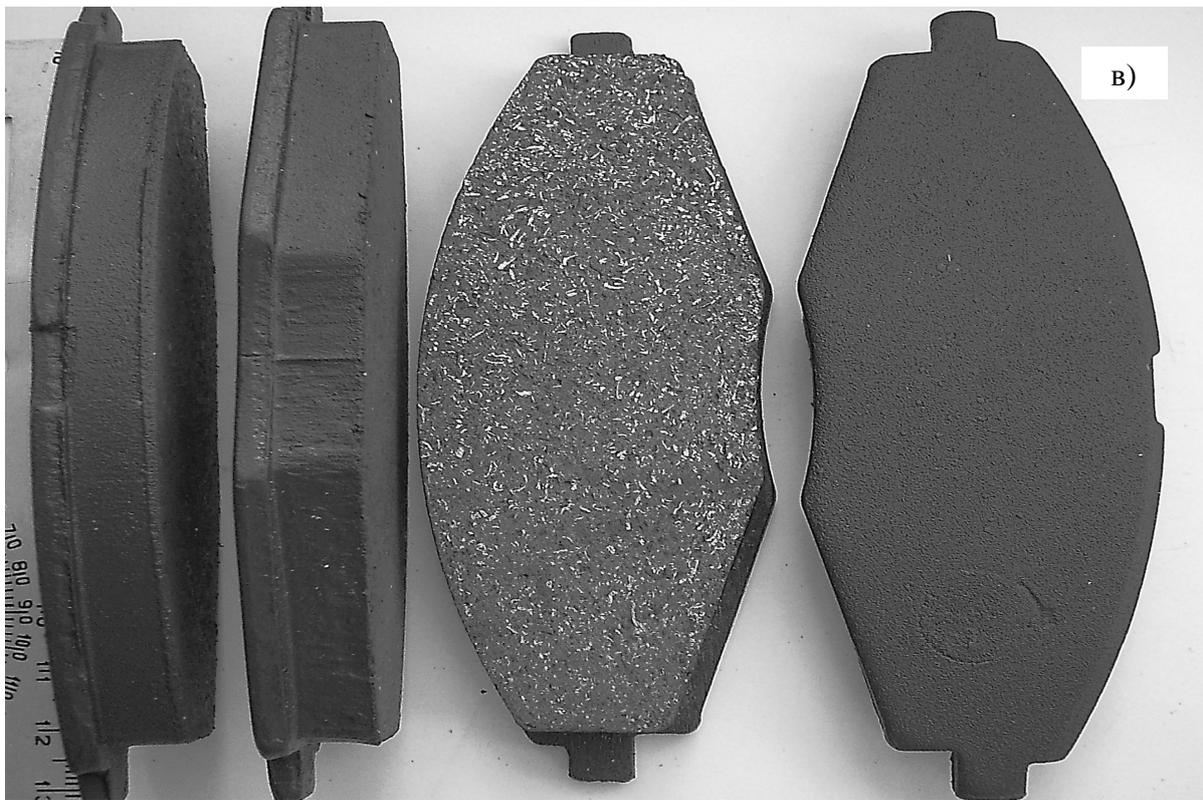


Рис. 7 Тормозные колодки для легковых автомобилей DAEWOO “Lanos”, изготовленные ООО фирма «БЕСТ», с включением ТНП в количестве 20 % массы формовочной смеси:

а) рабочая поверхность; б) торцевая поверхность; в) тыльная сторона.

Результаты эксперимента позволяют уверенно утверждать о возможности изготовления из ТНП тормозных колодок указанного назначения и под-

тверждают его пригодность для заявленных целей.

Принадлежность ТНП ко вторичному сырью. Экспериментально установленная пригодность ТНП для изготовления тормозных колодок ещё не доказывает его принадлежности ко вторичному сырью. Юридические признаки указаны в Законе Украины "Про отходы": существование в Украине соответствующих технологий и производственно-технологических и/или экономических предпосылок для утилизации и переработки. Венгерский производитель рассматривает ТНП как сырье для изготовления тормозных накладок [4]. Это подтверждается решением Инспекции по охране окружающей среды района Верхней Тиссы Венгерской Республики № 6279-5/2002 от 11.12.2002. В Украине существует технология производства композиционных тормозных колодок с сетчато-проволочным каркасом для железнодорожных грузовых вагонов, принадлежащая ОАО «Трибо» (г. Белая Церковь) и согласованная ГУ вагонного хозяйства «Укрзалізниці» [7].

Возможность реализации существующей технологии и/или экономической целесообразности указанной деятельности подтверждают:

1) договорные отношения от 2000 г. между ОАО «Трибо» и ООО «Ел-тех» (Венгрия) на закупку «теплостойкого наполнителя «Премикс-2» по цене 20 долларов США за одну брутто-тонну в количестве 1000 т на общую сумму 20000 долларов США;

2) аналогичные договорные отношения в 2002 г. о закупке «наполнителя «Премикс» по той же цене в количестве 500 т; 3) информация ОАО «Трибо» о полном использовании наполнителя «Премикс» и об отсутствии его остатков на 13.07.2005.

Дополнительными доказательствами служат:

1) поставка 30 т ТНП через ЧП «Озон» и успешное использование предприятием ЧП «Зборовский» (г. Запорожье);

2) поставка и использование 160 т ТНП Ивано-Франковским шиноремонтным заводом при изготовлении шин для внутривозовского транспорта.

Следовательно ТНП с полным правом может быть отнесен ко вторичному сырью.

Выводы и перспективы дальнейших исследований.

1. Черные металлы присутствуют в ТНП в виде стружек, опилок, частиц различной формы, измельченных волокон круглого сечения, ленточных волокон. Статистическая обработка данных химических исследований содер-

жания Fe, Cr, Mn, Ti в пробах ТНП свидетельствует о разделении всей массы ТНП на 3 – 5 кластеров, достоверно различающихся лишь по отношению Cr/Fe (изменяется в интервале 7,6 – 53,6 %). Полученные характеристики кластеров не могут быть источниками суждений о конкретных марках сталей и/или сплавов, приводимых в технической информации.

2. Цветные металлы присутствуют в ТНП в виде стружек, опилок и ленточных волокон. Аналогичная обработка данных о содержании Cu, Pb, Zn в пробах ТНП свидетельствует о разделении всей массы ТНП на 3 – 5 кластеров, достоверно различающихся лишь по отношению Cu/Zn (изменяется в интервале 23,9 – 388,6 %) и не коррелирующих с кластерами черных металлов. Диапазоны содержания: Cu – 20 – 80, Pb – 0,5 – 2,6, Zn – 20 – 80 %, свидетельствуют о значимом присутствии в ТНП как технически чистых цветных металлов, так и сплавов на их основе, в частности латуней. В документации ТНП наличие свинца и свинецсодержащих компонентов не указано.

3. Экспериментально доказана материаловедческая пригодность ТНП к использованию в технологически значимых количествах для заявленной в документации поставщика цели: изготовления тормозных колодок автомобилей Daewoo “Lanos”.

4. Документация, происхождение и практика использования ТНП удовлетворяет необходимым и достаточным требованиям законодательства Украины для отнесения этого вида производственных отходов ко вторичному сырью. В дальнейшем необходимо определить экологическую опасность ТНП.

Список литературы: 1. Уберман В.И. Теплостойкий наполнитель «Премикс» – физические и дисперсные характеристики / [В.И. Уберман, А.Е. Васюков, Л.А. Полосухина и др.] // Вестник НТУ «ХПИ». – 2009. – № 46. – С. 88 – 99. 2. Уберман В.И. Теплостойкий наполнитель «Премикс» – химический состав и свойства / [В.И. Уберман, А.Е. Васюков, Л.А. Полосухина и др.] // Вестник НТУ «ХПИ». – 2010. – № 22. – С. 154 – 168. 3. Уберман В.И. Теплостойкий наполнитель «Премикс» – содержание металлов / [В.И. Уберман, А.Е. Васюков, Л.А. Полосухина и др.] // Вестник НТУ «ХПИ». – 2010. – № 52. – С. 102 – 116. 4. Уберман В.И. Теплостойкий наполнитель «Премикс» – специфические включения и признаки / [В.И. Уберман, А.Е. Васюков, Л.А. Полосухина и др.] // Вестник НТУ «ХПИ». – 2011. – № 27. – С. 23 – 38. 5. Шишков М.М. США. Марочник сталей и сплавов ведущих промышленных стран мира: справочник / М.М. Шишков, А.М. Шишков. – Донецк: ООО «Юго-Восток», 2002. – 234 с. 6. Материалы в машиностроении. Выбор и применение: справочник в 5 т. / под общ. ред. И.В. Кудрявцева. – М.: Машиностроение, 1967. – Т. 1: Цветные металлы и сплавы. – 1967. – 304 с. 7. Производство композиционных тормозных колодок с сетчато-проволочным каркасом для железнодорожных грузовых вагонов. Технологический регламент: ТР 65-010-2004. – Белая Церковь: ОАО "ТРИБО", 2004. – 37 с. – (Нормативный документ предприятия).