DOI 10.15593/2409-5125/2015.01.03

УДК 621.454.3.004.8:628.475

С.В. Карманова

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРГАНОПЛАСТИКОВЫХ АСБЕСТСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НА КАЧЕСТВО ПОЛУЧАЕМОГО АКТИВНОГО УГЛЯ В ПРОЦЕССЕ ТЕРМИЧЕСКОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ

Рассмотрена проблема широкого применения асбеста в различных материалах и товарах народного потребления. Как следствие, после утраты их потребительских свойств образуются опасные, с точки зрения санитарно-гигиенических требований, отходы. Представлены результаты проведенных исследований по определению содержания асбеста в составе органопластиковых материалов (ОП) в различных образцах товаров народного потребления. Определено содержания асбеста в ОП дериватографическим методом. Разработан способ определения содержания зольных элементов. Предложена принципиальная технологическая схема производства активных углей с учетом исключения влияния асбеста, а также основные характеристики качества полученных углей в сравнении с промышленными марками. Определены области возможного промышленного применения полученного активного угля из органопластика.

Ключевые слова: асбест, карбонизация, активный уголь, отход, пироуглерод, отмывка, обгар, дериватограмма.

Цель работы – предотвращение вредного влияния на здоровье человека и окружающую среду в процессе утилизации асбестосодержащих материалов, с возможностью вовлечения асбестосодержащих отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

Асбестоволокнистые минералы класса силикатов существуют двух видов: хризотил-асбест и амфибол-асбест (актинолит, амозит, антофиллит, крокидолит, тремолит и др.). Добыча и переработка

амфиболовых асбестов прекращена в России в 1990-х гг., но товары с содержанием асбеста на сегодняшний день переходят в разряд асбестосодержащих отходов. Начиная с 1990-х гг. используется только хризотил-асбест. Асбест широко распространен в народном хозяйстве и используется в качестве:

- армирующего материала в производстве асбоцемента (трубы, кровельные листы, плиты);
- противовоспламенителя в текстильных и бумажных материалах;
- фрикционного материала в тормозных колодках, накладках и муфтах сцепления;
- наполнителя в пластиках (асботекстолит, гетинакс) и герметиках;
- щелочестойких материалов и изделий;
- фильтрующего материала в химической, фармацевтической и пищевой промышленности;
- изоляционного и диэлектрического материала.

В соответствии с «Временным классификатором токсичных промышленных отходов и методическими рекомендациями по определению класса токсичности промышленных отходов» № 4286–87 все асбестосодержащие отходы могут быть отнесены к двум классам – 3 и 4.

Отходы 3-го класса опасности (умеренно опасные):

- асбест;
- асбестные ткани, полотно, ровница, пряжа, нити, шнуры, волокна;
- прокладочные материалы, прокладки из них;
- втулки сальниковые.

Отходы 4-го класса опасности (малоопасные):

- отходы бумаги, картона и изделий из них (асбокартон, асбобумага, фильтр-пластины, фильтр-волокно);
- толь, рубероид и пропитанная битумом бумага;
- отходы асбоцемента (трубы, муфты, листы волнистые и плоские, стружка, кусковые отходы и бой);
- посыпка крупнозернистая для мягкой кровли;
- отходы тормозных колодок и дисков сцепления накладки фрикционные и тормозные;

- колодки и ленты, тормозные;
- вкладыши, кольца и шайбы фрикционные;
- изделия асбестовые прессованные, асбестовые композиции из фрикционных изделий;
- резиноасбестовые изделия (паронит, шайбы и прокладки из него, детали резиноасбестовые, листы асбестостальные, полотно армированное, кусковые отходы и обрезь);
- волокна, пряжа и ткани минеральные (лента асбестостеклянная и асбестолавсановая, манжеты асбестовые и асборезиновые, кольца асбографитовые).

В настоящее время асбестовый паронит ХВ200 и ХВ250 является самым популярным на российском рынке, его поставки составляют порядка 70 % от объема всего поставляемого компанией «Рус-Кит» паронита в РФ (<http://рус-кит.рф/catalog-tovarov/asbestovyy-paronit.html>). Асбестовый паронит применяют в качестве прокладок, например, для уплотнения фланцевых соединений (ГОСТ 12815–80) на трубопроводах систем отопления, водоснабжения, газоснабжения и других трубопроводах для неагрессивных сред, с температурой применения от –40 до +200 °С.

Характеристики, указанные в табл. 1, получены в результате испытаний производителями IFI Technical Production. Для проведения испытаний произвольно отбирались листы паронита

Таблица 1

Основные характеристики паронита

Параметры	ГОСТ 481–80	ХВ200	ХВ250	ХВ350
Плотность, г/см ²	1,8–2,0	1,9	1,9	1,9
Условная прочность при разрыве в поперечном направлении, МПа	15–18	16,2	15,4	16,0
Увеличение массы при выдержке в керосине в течение 5 ч, при температуре +23 °С	35	14,3	12,2	11,8
Увеличение массы при выдержке в воде при температуре +100 °С в течение 5 ч, %	10	3,0	4,7	6,8
Сжимаемость при давлении 35 МПа	5–15	8,7	7,0	6,0
Восстанавливаемость после снятия нагрузки 35 МПа, %	40	51,0	57,0	59,0

ПОН-6 с толщинами от 0,5 до 3,0 мм. Были отобраны по 3 листа паронита разных толщин по каждой марке: ХВ200, ХВ250 и ХВ350. Общий результат испытания по параметру восстанавливаемости для асбестового паронита ХВ250 составил 57,0 % [1].

Высокие показатели восстанавливаемости паронита ХВ производства IFI Technical Production в первую очередь обеспечиваются применением при производстве паронита высококачественного натурального каучука.

Паронит получен путем вальцевания многокомпонентной смеси состоит из волокон хризотил-асбеста, натурального или синтетического (в зависимости от вида паронита) каучука и специальных ингредиентов. Подготовленная смесь, состоящая из асбеста, каучуков, серы и наполнителей, на специальных паронитовых вальцах прокатывается в листы требуемых размеров.

Вальцевание паронитовой смеси – операция, при которой смесь формуется в зазоре между вращающимися металлическими валками. Перерабатываемая масса несколько раз пропускается через зазор между валками, при этом равномерно перемешивается и переводится на один валок, где срезается ножом. Вальцы способствуют гомогенизации паронитовой смеси. Это обеспечивается тем, что при движении в зазоре смесь подвергается сжатию, раздавливается и смешивается, поскольку валки могут вращаться с различной скоростью. При этом в процессе вальцевания паронитовая смесь подвергается нагреванию. Благодаря нагретым вальцам, паронитовая смесь приводится в вязкотекучее состояние, что обеспечивает лучшее смешивание массы и ее однородность.

Паронит используется для изготовления прокладок для герметизации и уплотнений плоских разъемов трубопроводов, насосов, арматуры, неподвижных соединений сосудов, компрессоров, аппаратов и т.д. Области применения паронита – машиностроение, металлургия и металлообработка, химическая и нефтехимическая промышленность, электротехника, ракетно-космической технике и др. Паронит – один из самых востребованных прокладочных материалов, обладающий рядом уникальных свойств. Асбестовые волокна, входящие в состав паронита, обладают рядом ценных параметров и характеристик: высокой прочностью и огнестойкостью, стойкостью к агрессивным воздействиям щелочей, долговечностью

и др. Помимо высокой химической и термической стойкости, паронит не подвержен воздействию биологических организмов, т.е. устойчив ко всем видам плесени, не загнивает, не разрушается, не теряет своих уплотнительных свойств ни в жару, ни в холод.

Паронит, паронитовые изделия, в том числе прокладки из паронита, обеспечивают герметичность соединений различного типа как в агрессивных средах, при высоких температурах и давлениях, так и в химически неактивных или малоактивных средах, при невысоких температурах и давлениях.

Поскольку данный асбестсодержащий материал устойчив к агрессивным средам и к высоким температурам, разложение его в окружающей среде будет проходить длительное время. Поэтому захоронение утративших потребительские свойства асбестсодержащих материалов не должно быть единственным методом утилизации данного вида отхода.

Захоронение асбестсодержащих отходов, имеющих 3–4-й класс опасности, по санитарно-гигиеническим требованиям должно осуществляться на полигонах для твердых бытовых отходов (ТБО) и неутилизованных твердых промышленных отходов.

На полигоны для ТБО асбестсодержащие отходы 4-го класса опасности принимаются без ограничений в количественном отношении, 3-го класса опасности принимаются в ограниченном количестве (не более 30 % от массы твердых бытовых отходов) и складировются совместно с бытовыми. Список таких отходов согласовывается с центром Госсанэпиднадзора (СП 2.1.7.1038–01. Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов).

В качестве основного метода утилизации асбестсодержащих материалов, утративших потребительские свойства, был выбран термический метод низкотемпературного пиролиза. При этом органопластиковые и углепластиковые (ОП) материалы карбонизовались, прочностные характеристики данных материалов уменьшались. После карбонизации конструкция механически разбиралась. Отдельные материалы (металлы, неметаллы и др.) направлялись на поэлементную утилизацию, а ОП карбонизат использовался в качестве сырья для получения углеродных сорбентов путем его парогазовой активации.

Были проведены исследования процесса карбонизации асбестосодержащего материала и его влияния на качество получения карбонизата с учетом присутствия в исходном материале до 30 % асбеста.

Была установлена возможность получения из карбонизата органопластика и углепластика (ОП и УП) активных углей. Полученные опытным путем сорбенты по своим характеристикам не уступали товарным сорбентам, применяемым для этих целей.

Проведенные ранее исследования карбонизата [1] показали, что при общих свойствах, отвечающих требованиям к сырью для получения сорбентов, он оказался непригодным из-за содержания в нем 30 % асбеста. Наличие в карбонизате асбестовых волокон не обеспечивает экологическую безопасность процесса утилизации материалов. Асбест содержался в отходах в достаточно большом количестве, с высоким содержанием его в карбонизате. Наличие асбеста в отходе не позволяет использовать асбестосодержащий карбонизат в чистом виде в качестве вторичного сырья из-за его негативного воздействия на здоровье персонала. Эта проблема определила необходимость проведения исследований по оценке влияния асбеста на качество получаемых сорбентов из композиционных материалов, а также разработки метода отделения асбеста от карбонизата.

Для определения степени влияния асбеста на качество получаемого активного угля проведены исследования возможности отделения асбеста на каждой стадии получения активного угля из органопластиковых материалов.

Стадии получения угля:

1. Механическое разделение материалов.
2. Карбонизация ОП.
3. Активация ОП угля.

Для работы использовались: исходные образцы ОП; карбонизованные образцы органопластика; активные угли из органопластика.

К карбонизату предъявлялись требования соответствия его технических характеристик параметрам, принятым для данного вида сырья, используемого в процессе получения активных углей.

Характеристики исходного материала, карбонизата и углеродного сорбента определялись с помощью стандартных методик, применяемых для анализа промышленных активных углей:

- суммарный объем пор по влагоемкости – по ГОСТ 17219–71;
- массовая доля влаги – по ГОСТ 12597–67;
- массовая доля золы – по ГОСТ 12596–67;
- массовая доля летучих – по ГОСТ 3929–82;
- насыпная плотность – по ГОСТ 16190–70;
- прочность – по ГОСТ 16188–70;
- фракционный состав – по ГОСТ 16187–70;
- адсорбционная активность:
 - по метиленовому голубому – по ГОСТ 4453–74;
 - по йоду – по ГОСТ 6217–74.

Исследование образцов с помощью оптической и электронной микроскопии может дать большую погрешность, из-за схожести волокон асбеста и органопластика, которые практически трудно различить.

Наилучшими методами для определения содержания асбеста в ОП следует считать дериватографический метод и способ определения содержания зольных элементов (ГОСТ 12596–67. Угли активные. Метод определения массовой доли золы).

При нагревании образца карбонизата ОП и активного угля в муфельной печи в зоне устойчивой температуры в течение 2 ч до 850 °С в окислительной среде воздуха происходит сгорание углеродной части и остаются только зольные элементы. Органопластик практически не содержит примесей, следовательно, основную долю зольных элементов будут составлять асбестовые волокна, которые при нагреве в среде воздуха обезвоживаются.

Дериватографические исследования образцов (массой 50 мг) карбонизата ОП и активного угля, полученного из карбонизата ОП, проводились в среде воздуха при скорости нагрева 5 °С/мин до конечной температуры 850 °С до и после отмывки исследуемых образцов водой. По величине остатка несгораемой части определяли степень отмывки образца от примесей асбестовых волокон.

Дополнительно определяли содержание золы асбестовых волокон путем озоления навески образца в муфельной печи, прокаливания зольного остатка до постоянного веса при температуре 800 + 25 °С и взвешивания полученного остатка.

Общую пробу продукта отбирали и тщательно перемешивали путем переворачивания в закрытой таре и из нее для анализа отбирали пробу массой около 4 г.

Для определения зольности применяли:

- муфельную печь с электрическим обогревом и устойчивой температурой нагрева 800 ± 25 °С;
- терморегулятор для регулирования температуры в муфельной печи при электрическом обогреве с применением реостата;
- термопару (хромель-алюмель) с гальванометром для замера температуры до 900 °С; термопару устанавливали в специальное отверстие в стенке муфельной печи;
- тигли фарфоровые глазурованные низкие; тигли были предварительно пронумерованы, прокалены до постоянного веса, взвешены; тигли хранили в эксикаторе с осушающими веществами; перед взятием навесок вес тиглей проверяли;
- весы аналитические;
- эксикатор с гранулированным хлористым кальцием; хлористый кальций периодически обновляли;
- щипцы тигельные, ложечку или шпатель для перемешивания проб и взятия навесок.

Порядок проведения испытания. В два тигля, предварительно прокаленных и взвешенных с точностью до 0,0002 г, помещали в каждый около 1 г растертого образца. Тигли с образцами ставили в холодную или нагретую до 300 °С муфельную печь, помещали их в зону устойчивой температуры 850 ± 25 °С. Эту зону определяли предварительно при полном накале муфельной печи. Затем закрывали дверцу и постепенно в течение 2–2,5 ч прокаливали навеску образца при 800 ± 25 °С. Тигли с зольным остатком охлаждали и взвешивали.

Тигли с зольным остатком для контроля прокаливали в течение 30 мин и определяли изменение веса. Если изменение веса было менее 0,001 г, то испытание заканчивали и для расчета принимали последнее значение.

Анализ проводили параллельно на двух навесках. Все взвешивания производили с точностью до 0,0002 г.

Зольность (А) в процентах вычисляли по формуле

$$A = \frac{G \cdot 100 \cdot 100}{G_1 (100 - W)},$$

где G – вес остатка продукта в виде золы, после прокаливании, г; G_1 – навеска продукта, взятая для испытаний, г; W – содержание влаги в испытуемой пробе, %.

При проведении карбонизации ОП происходит разложение материала, при этом удаляется до 51 % летучих веществ и остается углеродный остаток, но за счет присутствия пироуглерода, остающегося при разложении смолы, происходит скрепление волокон пироуглеродом. Поэтому после карбонизации асбестовые волокна удаляются не полностью.

Выбран наиболее простой способ механического отделения асбестовых волокон от углеродной части – промывка водой. Промывали как карбонизованный органопластик, так и активный уголь, полученный из органопластика. Далее проводили анализ содержания зольных элементов с целью определения степени удаления асбестовых волокон из карбонизата органопластика и из активного угля.

Полученные образцы карбонизата органопластика и активный уголь из органопластика дробили и рассеивали до фракции 0,5–2 мм. Фракции обоих образцов подвергали отмывке водой из соотношения 1:2, после этого образцы карбонизата и активного угля из органопластика сушили при 110 °С до постоянного веса. Полученные образцы снимали на дериватографе при указанных выше условиях и определяли содержание золы. На рис. 1, 2 представлены результаты исследований в виде дериватограмм, полученных до и после отмывки водой карбонизата ОП и на активном угле из ОП. Отмечается, что при отмывке водой содержание зольных элементов уменьшается незначительно, в то время как на активном угле после отмывки водой содержание зольных элементов уменьшается до 0,3 мас. %.

При активировании водяным паром удаляется часть углерода и одновременно выгорает пироуглерод. Связывание волокон между собой коксом пироуглерода устраняется. Результаты проведенных исследований показали, что лучше всего отделять асбестовые волокна после активации карбонизованного ОП. Получены следующие данные по содержанию золы, %:

- карбонизат до отмывки – 3,2,
- карбонизат после отмывки – 3,0,
- активный уголь до отмывки – 3,1,
- активный уголь после отмывки – 0,3.

Рис. 1. Дериватограмма карбонизата ОП до (а) и после (б) отмывки водой

Рис. 2. Дериватограмма активного угля из органопластика до (а) и после (б) отмывки водой

Доли золы в карбонизате из органопластика и в активном угле, определенные по ГОСТ 12596, практически совпадают с данными дериватографического анализа.

По результатам работы предложена принципиальная технологическая схема производства активных углей с учетом исключения влияния асбеста (рис. 3).

Рис. 3. Принципиальная технологическая схема производства углей с учетом исключения влияния асбеста

Исследования показали, что применение разработанной технологии отделения кокса ТЗП не снижает качества получаемых активных углей, которые по своим свойствам не уступают данным товарных аналогов в проводимых ранее исследованиях.

Активные угли, полученные в опытной вращающейся печи при обгарах 50 и 60 %, были подвергнуты испытаниям по показателям, характерным для наиболее распространенных промышленных марок активных углей. Был проведен сравнительный анализ их характеристик. На рис. 4 показаны образцы полученных активных углей в сравнении с промышленными углями АГ-3.

Рис. 4. Образцы активных углей, полученные в результате парогазовой активации: *а* – опытной партии АУ ОП без содержания асбеста; *б* – промышленные образец АУ серии АГ-3

В табл. 2 представлены сравнительные характеристики опытных промышленных активных углей и полученных углей серии ОП с обгаром 50 %. Результаты сопоставления характеристик показали, что по физико-механическим и адсорбционным свойствам угли не уступают промышленным маркам КАД йодный и АГ-3, а при обгаре 60 % значительно их превосходят в активности по йоду и бензолу.

Угли АГ-3 и КАД йодный используются в основном для очистки растворов, извлечения йода из буровых вод, а также для очистки питьевой воды. КАД йодный представляет собой модифицированный активированный уголь. Широко применяется при водоподготовке, осуществляемой как в промышленных, так и в бытовых целях.

Благодаря наличию большого количества пор уголь марки ОУ-А обладает превосходными впитывающими свойствами и высокой степенью адсорбции.

Таблица 2

Характеристика опытных партий ОП активных углей

Наименование активных углей	Обгар, %	Вес 1 л г/дм ³	Суммарная пористость, см ³ /г	Механиче- ская проч- ность, %	Зола, %	Активность		Адсорбцион- ная актив- ность по ме- тиленовому голубому, мг/г	Динамическая активность	
						в зерне	по йоду, % в порошке		по бензолу, мин	по толуолу, г/дм ³
Образцы ОП	50	492	0,65	78	2,6	58	76	—	40	—
ОП	60	398	0,84	72	3,1	64	83	220	—	—
КАД йодный	55	450–500	0,8	60	16–18	55	—	190	40	—
АГ-3	60	450–480	0,8–1,0	75	16–18	60	—	—	40	—
АР-А	55	550	—	65	16–18	—	—	—	—	145
ОУ-А	65	—	1,9–2,0	—	1,0	—	100	225	—	—
КАД молотый	—	—	—	—	16–18	—	80	—	—	—
БАУ	55	450	0,82	81	5	80	102	280	—	160

Полученные активные угли из ОП предположительно могут быть использованы, как и промышленные аналоги, при углевании воды, производстве минеральных масел, химических реактивов, лакокрасочных изделий.

Благодаря богатой структуре микро- и макропор угли серии АГ-3 и серии ОП с обгаром 60 % являются универсальным средством для адсорбции различных органических жидких и газовых соединений. Полученная опытная партия активных углей обладает высокой механической прочностью 72–78 % в сравнении с промышленными активными углями [2–4]. Гранулированный уголь АГ-3 используется в качестве фильтрующе-сорбирующей загрузки в адсорберах и фильтрах, а также при водоподготовке и в пищевой промышленности. Уголь гранулированный используется при производстве синтетического каучука и поливинилхлоридных смол. Активированный уголь АГ-3 можно подвергать термической регенерации с восстановлением первоначальных свойств при минимальных потерях массы.

В результате проведенных исследований и при сравнении свойств полученных активных углей серии ОП с обгаром 60 % с углями АГ-3, ОУ-А, КАД молотый можно сделать вывод о том, что были получены угли высокого качества, которые позволят заменить используемые в различных областях промышленности: в пищевой промышленности угли для очистки и осветления растворов, в фармацевтической промышленности, очистки и изготовления медицинских препаратов, для флотации руд полезных ископаемых и других целей. В табл. 3 приведены области применения промышленных активных углей.

Таблица 3

Промышленное применение активированных углей
на каменноугольной основе

Область промышленности	Применение	АР			АГ			КАД мол.	БАУ
		А	Б	В	2	3	5		
Водоподготовка	Фильтры высокой производительности								
	Фильтры малой производительности, бытовые								
	Углевание								
	Очистка питьевой воды								

Окончание табл. 3

Область промышленности	Применение	АР			АГ			КАД мол.	БАУ
Пищевая промышленность	Очистка углекислоты в производстве газированных напитков								
	При производстве ликеро-водочных изделий								
Химическая нефтегазодобывающая и перерабатывающая промышленность	Производство каучука								
	Производство химических волокон								
	Носитель катализаторов								
	Очистка аминовых растворов								
	Рекуперация паров органических растворителей								
	Производство минеральных масел, химических реактивов, лакокрасочных материалов								
Защита объектов окружающей среды	Очистка промышленных стоков								
	Очистка дымовых газов на мусоросжигательных заводах								
	Очистка вентиляционных выбросов								
Топливо-энергетическая промышленность	Очистка парового конденсата и паровых вод								
Машиностроение	Изготовление адсорберов для легковых автомобилей								

Разработанные технические условия на активные угли из композиционных материалов, использованных в различных товарах, подтверждают возможность получения продуктов утилизации в виде вторичных материальных ресурсов, обладающих потребительскими свойствами.

Библиографический список

1. Исследование и разработка методов и технологии утилизации композиционных пластиковых материалов корпусов с учетом экологических требований: отчет о НИР / Перм. политехн. ин-т; рук. Я.И. Вайсман. – Пермь, 1991. – 396 с.

2. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение. – Л., 1984. – 215 с.

3. Мухин В.М., Тарасов А.В., Клушин В.Н. Активные угли России / под общ. ред. А.В. Тарасова. – М.: Металлургия, 2000. – 352 с.

4. Structural modification of coal-tar pitch fractions during mild oxidation – relevance to carbonization behavior / J. Machnikowski, H. Kaczmarska, I. Gerus-Piasecka, M.A. Diez, R. Alvarez, R. Garcia // Carbon. – 2002. – Vol. 40. – P. 1937–1947.

References

1. Issledovanie i razrabotka metodov i tekhnologii utilizatsii kompozitsionnykh plastikovykh materialov s uchetom ekonomicheskikh trebovanij [Research and development of methods and technologies of recycling plastic composite body materials with the environment in mind]. Perm, 1991. 396 p.

2. Kienle Kh., Badzer E. Aktivnye ugli i ikh promyshlennoe primeneniye [Active carbons and their industrial application]. Leningrad, 1984. 215 p.

3. Mukhin V.M., Tarasov A.V., Klushin V.N. Aktivnye ugli Rossii [Active carbons Russia]. Moscow: Metallurgiya, 2000. 352 p.

4. Machnikowski J., Kaczmarska H., Gerus-Piasecka I., Diez M.A., Alvarez R., Garcia R. Structural modification of coal-tar pitch fractions during mild oxidation — relevance to carbonization behavior. *Carbon*. 2002. Vol. 40, pp. 1937–1947.

Получено 23.01.2015

S. Karmanova

**RESEARCH THE INFLUENCE
OF ASBESTOS-CONTAINING WASTE AS PART
OF A THERMAL BARRIER COATING ON THE QUALITY
OF THE ACTIVATED CARBON IN THE PROCESS
OF THERMAL DESTRUCTION**

The article presents the results of research carried out for the determination of asbestos as part organoplastic (OP). Determine the content of asbestos in the OP grav method. Developed a method for determining the content of mineral elements. A basic flow chart of the production of activated carbons with the exception of influence of asbestos. The main characteristics of the quality of coal produced in comparison with the industrial brands. Identify areas of possible industrial applications of activated carbon obtained from organoplastic.

Keywords: asbestos, carbonization, activated carbon, waste, pyrolytic carbon, washing, ablation, derivation.

Карманова Светлана Валерьевна (Пермь, Россия) – канд. техн. наук, доцент кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: sveta@eco.pstu.ac.ru).

Karmanova Svetlana (Perm, Russian Federation) – Ph.D. Technical Sciences, Associate Professor of Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University, (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: sveta@eco.pstu.ac.ru).