

**СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОДНОГО ПЕКА НА
ПАО «АКХЗ»**

**SITUATION AND PERSPECTIVES OF THE
DEVELOPMENT OF ELECTRODE PITCH
PRODUCTION AT PJSC "AVDIIVKA COKE"**

© 2013 Клешня Г.Г., к.т.н.,
Скрипченко Н.П., к.т.н., Пенькова Г.П.,
Кизилю В.А. (ПАО «АКХЗ»),
Ковалев Е.Т., д.т.н., Чешко Ф.Ф., к.т.н.
(ГП «УХИН»)

**Kleshnya G.G., PhD in technical sciences,
Skrpichenko N.P., PhD in technical sciences,
Penykova G.P., Kizilo V.A.
(PJSC "AVDIIVKA COKE"),
Kovalyov E.T., Doctor of Technical Sciences,
Bannikov L.P., PhD in technical sciences
(SE "UKHIN")**

Выполнен анализ состояния и ближайших перспектив производства электродного пека в Украине. Представлено описание разработанного ПАО «АКХЗ» совместно с ГП «УХИН» комплекс технических решений по получению из смол различной степени пиролизованности каменноугольного пека с заданными свойствами.

The analysis has been given for the present situation and for the near-term perspectives for the production of the electrode pitch in Ukraine. The description of developed by PJSC "AVDIIVKA COKE" together with the SE "UKHIN" set of technical solutions has been represented to obtain electrode pitches with the desired properties at the base of coal tar by different degrees of pyrolysis.

Ключевые слова: электродный пек, потребность, производство, каменноугольная смола, пиролизованность, пластификация, химически-активная добавка, давление.

Keywords: electrode pitch, need, production, coal tar, degree of pyrolysis, plastification, chemically-active additive, pressure.

Каменноугольные электродные пеки – продукт переработки каменноугольной смолы (КУС) используются в производстве широкого спектра токопроводящих материалов и конструктивных элементов. К такой продукции относятся, например, аноды и анодные массы для производства алюминия, графитированные электроды для электроплавания стали, материалы для скользящих контактов и др.

В табл. 1 приведены данные по мировой потребности в различных пеках (без учета пеков для дорожного строительства, топлива и сырья для сажи) в период, характеризовавшийся наибольшей экономической стабильностью в мире [1]. Приведенные данные показывают дефицит пека в экономически стабильный период. Основными регионами дефицита являлись постсоветское пространство (за счет России), Северная и Южная Америка, Африка, Австралия [1].

Учитывая определяющее влияние рынка алюминия на формирование потребности в электродных пеках, для оценки перспективы их производства и реализации в период экономической нестабильности представляется целесообразным рассмотреть ситуацию с производством первичного алюминия. Кризисные явления в мировой экономике, достигшие пика своей остроты после 2008 г., привели к существенному дисбалансу мировых рынков. В 2010–2011 гг. ситуация начала изменяться. По сведениям International Aluminium Institute (IAI) [2], если в 2010 г. рост производства алюминия наблюдался только в отдельных регионах (Азия, Африка), то в первой половине 2011 г. этот процесс отмечался для всех регионов, кроме Южной Америки. Уже за первое полугодие 2011 г. производство алюминия в мире (без учета Китая) увеличилось более чем на 6 %. В последующий период в различных странах наблюдаются колебания уровня производства первичного алюминия, однако сохраняется тенденция к приросту общемирового показателя – в т.ч. в регионах, испытывающих нехватку электродных пеков. В 2012 г. мировое производство алюминия составило 45,207 млн. т., что на 2,8 % выше уровня 2011 года (43,989 млн. т.). Однако это увеличение произошло, главным образом, за счет Китая (17,992 млн.т., рост на 1,2 %) и Ближневосточного региона, несопоставимого с Китаем по объемам производства (3,658 млн. т., рост на 5 %). Для стран Африки, Северной и Южной Америки, Западной Европы и Океании отмечено снижение уровня производства алюминия; в странах Азии (без Китая), Центральной и Восточной Европы этот показатель остался на уровне 2011 года [3]. В текущем году, за период с января по август мировое производство алюминия выросло на 1,8 % [2].

Мировая потребность в пеках в докризисный период

Направление	Количество
Алюминиевая промышленность: – мировое производство первичного алюминия; – расход анодного связующего на т. алюминия; – мировая потребность в пеках для анодов	38 млн.т. 110 кг 4,2 млн.т.
Электродная промышленность: – мировое производство стали в электропечах; – средний расход электрода на т. стали; – расход пека как сырья для электродов; – мировая потребность в пеках для графитированных электродов; – пеки для др. электродных изделий; – итого мировая потребность в электродных пеках	430 млн.т. 2,5 кг 30 % 0,32 млн.т. 0,33 млн.т. 0,65 млн.т.
Другие углеродные материалы: – пек для производства пекового кокса, мезофазный пек; – пек для углерод-углеродных композитов; – пек для лакокрасочных покрытий	0,85 млн.т.
Всего потребность в пеке	5,7 млн.т.

Однако в последнее время остро дают себя знать и негативные тенденции. Сильное влияние на рынок алюминия оказывают накопившиеся в мире складские запасы этого металла. В результате имеет место снижение биржевых цен на продукцию, которые уже приближаются к себестоимости производства [4]. Это, в свою очередь, может вызвать (и в некоторых случаях уже вызывает) снижение закупочных цен на сырье и материалы для производства алюминия – в частности, на пек. Например, руководство ОК «РУСАЛ» (крупнейшего в мире производителя алюминия), в качестве одного из путей снижения себестоимости производства рассматривает возможность добиться удешевления электродного связующего [5].

Одним из направлений восполнения при необходимости дефицита каменноугольного пека является производство электродных связующих и пропиточных материалов на альтернативной основе – ИЗ НЕФТЯНОГО СЫРЬЯ.



Нефтяной пек производят из тяжёлых нефтяных остатков, смол пиролиза, крекинг-остатков и др. Помимо прочего, использование подобного сырья имеет и эколого-санитарные причины: нефтяные пеки характеризуются значительно более низким содержанием канцерогенных веществ. В частности, концентрация бенз(а)пирена составляет в пеках из крекинг-остатков 0,04-0,15 %, а в пиролизных пеках – 0,3-0,8 % [6, 11].

В настоящее время в США и Канаде, пеки находят ограниченное промышленное применение – около 10-12 % от общего используемого количества [12]. При этом качество продукции, сформированной на основе исключительно нефтяного пека, пока не удовлетворяет потребителей. Поэтому признано целесообразным применение нефтяного пека в смеси с каменноугольным. Примерный состав такого компаунда – 15 % нефтяного и 85 % каменноугольного пека [6, 13]. Объединенная компания «РУСАЛ» на протяжении последних лет также активно работает над возможностью использования «гибридных» пеков [5].

Анализируя весь комплекс факторов, определяющих ситуацию на рынке алюминия, ряд экспертов и специалистов прогнозирует на ближайшие годы (до 2016 г. включительно) постепенный рост производства, потребления и цен на готовую продукцию [3-5, 14]. Таким образом, правомочно ожидать, что рынок каменноугольного электродного пека не претерпит в этот период существенных потрясений.

Основой технологических процессов производства электродного пека на предприятиях Украины является термическая обработка среднетемпературного пека (СТП, полученного при разгонке смолы) в кубах-реакторах при 340-370 °С, инициированная кислородом воздуха, продуваемого через пековый расплав – окислительная дегидрополиконденсация. Данная технология обеспечивает получение качественного электродного связующего на основе КУС средней и отчасти высокой степени пиролизованности, т.к. разрабатывалась в период преобладания таких смол в общем объеме производства.

В настоящее же время для ряда коксохимических производств Украины и др. стран, характерно преобладание низкопиролизованных смол (с массовой долей α_1 -фракции < 3 %). К числу таких производств относится и ПАО «АКХЗ», на котором стабильно вырабатывается как высокопиролизованная КУС (ЦУ № 2), так и низкопиролизованная (ЦУ № 1) смола [15-18].

Наряду с этим, достаточно велик спрос на электродные пеки с температурами размягчения на уровне 80-90 °С («кольцо и стержень») и с повышенным содержанием высокомолекулярных фракций группового состава: веществ, нерастворимых в хинолине, и веществ, нерастворимых в толуоле (соответственно, α_1 - и α -фракции) [19].

Ряд потребителей задает не только верхний предел массовой доли нерастворимых в хинолине веществ (12-15 %, а нижнюю границу значения этого показателя, причем на достаточно высоком уровне (≥ 8). Особенно это касается наиболее ликвидных в настоящее время высокотемпературных марок пека для электродной продукции – сходных с маркой «В» по ГОСТ 10200 и с более высокими температурами размягчения [19]. Как показывает опыт действующих термоокислительных установок, для получения этим методом пеков с такими свойствами, необходима смола средней степени пиролизованности. В настоящее время возможность применения сырья с подобными показателями для украинских предприятий ограничена.

Требуемый на современном этапе уровень содержания в продукте высокомолекулярных фракций, ответственных за выход коксового остатка и его прочность (α и α_1 -фракции), при получении электродного связующего из малопиролизованной смолы термоокислительным методом может быть достигнут только при значительном повышении температуры размягчения. Иллюстрацией этого может служить выполненное нами опытно-промышленное исследование возможности получения из «легкой» смолы (плотность, кг/м³ – 1173; массовая доля, %: α -фракции – 3,69; α_1 -фракции – 2,34) электродного пека марки «Б» по ГОСТ 10200-83. Исследования проводились на действующей промышленной термоокислительной установке в ПКЦ ОАО «АКХЗ» с 11 по 20.02.2004 г. [20].

Результаты анализов пеков, полученных при различных режимах работы установки, приведены в табл. 2.

Как видно из данных, приведенных в табл. 2, температура размягчения полученных пеков существенно превышала требования ГОСТ к марке Б; при этом массовая доля α -фракции не достигала нижнего предела требуемого интервала значений. При производстве из низкопиролизованного сырья по термоокислительной технологии более высокоплавких пеков с жесткими требованиями к содержанию не только α -, но и α_1 -фракции проблема соблюдения всего комплекса технологических показателей продукции становится еще более острой.

Суммируя вышеизложенное, следует признать, что назрела необходимость разработки технологических приемов, позволяющих осуществлять направленное формирование свойств электродного пека в процессе его производства. Учитывая, что практически все смолперерабатывающие цеха работают не с индивидуальными КУС, а с компаундами смол различной степени пиролизованности, составы которых вследствие различных объективных причин могут меняться в широком диапазоне, такие методы должны обладать гибкостью, т.е. обеспечивать стабильное производство качественных продуктов в условиях изменения свойств сырья. Особенно это важно при работе с несколькими потребителями, предъявляющими различные требования к качеству электродного пека.

Таблица 2

Показатели качества проб пека, отбравшихся из технологической линии после термоокислительной обработки

№ п/п	Температура размягчения, °С	Выход летучих веществ, %	Массовая доля фракций, %	
			α	α_1
Экспериментальный пек после куба-реактора				
1	77,0	60,4	25,1	7,7
2	75,5	61,4	20,9	6,8
3	80,5	59,7	25,0	7,2
4	82,0	59,6	24,8	7,3
5	77,5	59,0	24,4	5,7
6	81,0	59,0	24,4	6,3
Требования ГОСТ 12000-83 к марке «Б»				
–	67-73	58-62	25-31	≤ 8

ПАО «АКХЗ» и ГП «УХИН» на протяжении ряда лет ведут активный поиск способов решения этой проблемы.

Наиболее простым в осуществлении из подобных технических решений является способ пластификации электродного пека. Этот способ позволяет:

1. Получить термоокислительной переработкой СТП пек, превышающий требования потребителя по температуре размягчения, но зато соответствующий всем остальным контрактным нормам;
2. Снизить температуру размягчения полученного пека без значимого изменения прочих качественных показателей.

Следует отметить, что в настоящее время известны способы производства электродных пеков, включающие в себя целенаправленное снижение температуры размягчения. Известен, например, способ двухстадийной термической обработки пека с температурой размягчения не более 60 °С при подаче воздуха, причем на первой стадии термической обработки подают 2/3 количества воздуха от заданного, на второй стадии – 1/3, а полученный высокотемпературный пек смешивают с ранее отогнанной затурбулированной высококипящей дистиллятной фракцией [21]. Однако данный способ направлен на изменение всего комплекса качественных показателей обрабатываемого пека. Кроме того, он предъявляет жесткие требования к значению температуры размягчения исходного пека, и к стадийности и технологическому режиму последней.

Известна многокомпонентная модифицирующая добавка к пропиточному пеку. Пример ее состава (% по массе): диметилнафталин – 6,0; аценафтен – 18,0; дифениленоксид – 21,0; флуорен – 21,0; смолистые вещества – 34,0. Внесение этой добавки в пропиточный пек позволяет значительно снизить температуру размягчения последнего [22, 23]. Однако при ее использовании заметно (на 3 % абс.) повышается выход летучих веществ и снижается (на 1 % абс.) массовая доля веществ, нерастворимых в толуоле. С точки зрения получения электродного связующего такое изменение свойств не оптимально.

Есть основания полагать, что оптимальным пластификатором пека для достижения поставленной задачи являются дистилляты, образующиеся в процессе термической обработки пека. Они состоят из легкокипящих продуктов поликонденсации и термодеструкции. По своему происхождению этот материал имеет максимальную степень сродства к веществу пека.

Немаловажное значение имеет и химический состав пековых дистиллятов. Известно, что повышение температуры размягчения пека на величину до 20 °С может быть достигнуто при дистилляции пека за счет выкипания следующих компонентов: флуорантена, фенантрена, антрацена и пирена [24]. Следовательно, логично предположить и обратное: возможность снижения температуры размягчения за счет внесения в пек этих компонентов. А пековые дистилляты содержат до 16 % флуорантена, до 13-14 % фенантрена и антрацена и до 14-15 % пирена [25].

Правильность этих рассуждений была нами проверена в ходе упомянутых выше промышленных испытаний. Для снижения температуры размягчения конечного пека были испытаны следующие приемы:

1. Уменьшение температуры размягчения СТП.
2. Снижение температуры жидкой фазы и расхода воздуха на куб-реактор.
3. Снижение выделения из пека летучих компонентов в технологической аппаратуре.
4. Снижение скорости отвода дистиллятов из куба-реактора (увеличение избыточного давления в кубе до 0,075-0,100 кг/см² за счет частичного перекрыwania линии отвода паров).
5. Подача пековых дистиллятов в пекоприемник электродного пека после куба-реактора.

Результаты испытаний представлены в табл. 3. Как видно из приведенных данных, наиболее действенным приемом, позволившим получить электродный пек требуемого качества, проявила себя подача в пекоприемник пековых дистиллятов (см. табл. 3, пек на погрузку № 5). Этот прием позволил снизить температуру размягчения пека в среднем на 6 °С без заметного изменения значений остальных качественных показателей.



Свойства электродного пека

№ п/п	Температура размягчения, °С	Выход летучих веществ, %	Массовая доля фракций, %	
			α	α_1
1	76,0	60,5	25,4	5,6
2	76,5	59,9	25,3	7,0
3	75,0	59,6	27,7	7,5
4	76,5	61,0	26,0	7,0
5	71,0	61,1	27,1	7,0

С использованием упомянутого приема была произведена промышленная партия 250 т электродного пека марки Б.

Данная технология внесена в соответствующий технологический регламент и применяется на ПАО «АКХЗ» по мере необходимости.

Кроме того, ПАО «АКХЗ» и ГП «УХИН» были разработаны две технологии обработки среднетемпературного пека с целью обеспечения производства наиболее ликвидных сортов электродного связующего, на основе низкопиролизованной смолы:

- термообработка в присутствии химически-активной добавки, содержащей сульфо- и аминогруппу [27];
- термообработка под давлением собственных паров со скачкообразным снижением давления [28].

Обе разработки достаточно полно описаны в предыдущих публикациях [29-31].

Технология воздействия на пек химически-активной добавкой разработана в качестве варианта модернизации действующих термоокислительных установок.

Технология термической обработки среднетемпературного пека под давлением собственных паров принципиально отличается от термоокислительной по своему аппаратурному оформлению, и поэтому ее целесообразно использовать для коренной реконструкции действующих производств или создания новых.

При осуществлении известного процесса обработки каменноугольной смолы под давлением воздействию последнего в автоклаве подвергается вся смола, включая выкипающие фракции. При этом рабочее давление процесса поддерживается на уровне 4-5 МПа и более [32]. При использовании же в качестве исходного материала только невыкипающего остатка смолы – пека – появляется возможность снизить рабочее давление более чем в 5 раз. Серия специальных экспериментов показала, что путем варьирования величины рабочего давления в реакторе-автоклаве может быть получен (в т.ч. и на основе низкопиролизованной смолы) электродный пек, удовлетворяющий широкому спектру требований фирм-потребителей. По данному процессу УХИНОм выдано ТЛЗ, а ОАО «Коксохимпроект» разработан рабочий проект для условий ОАО «АКХЗ».

В дополнение к ранее опубликованной информации можно добавить, что осуществление на стадии дистилляции низкопиролизованной КУС специального технологического приема в сочетании с термообработкой полученного СТП под давлением собственных паров позволяет получить качественный пропиточный пек без таких сложных и затратных приемов, как очистка смолы от α_1 -фракции центрифугированием, экстракцией и др. способами [33].

Выводы

1. В ближайшей перспективе каменноугольный пек останется востребованным на рынке электродных материалов.
2. Достаточно велик спрос на электродные пеки с повышенным содержанием высокомолекулярных фракций группового состава; ряд потребителей задает не только верхний предел массовой доли нерастворимых в хинолине веществ, но и нижнюю границу значения этого показателя, причем на достаточно высоком уровне.
3. В силу ряда объективных причин существует необходимость разработки технологических приемов, позволяющих обеспечивать стабильное производство качественных электродных пеков на основе смол как средней, так и низкой степени пиролизованности.
4. ПАО «АКХЗ» совместно с ГП «УХИН» разработан комплекс технических решений по получению из смол различной степени пиролизованности каменноугольного пека с заданными свойствами.

Библиографический список

1. *Stompel Z. Smola wegłowa: paliwo czy surowiec chemiczny? / Zygmunt Stompel // Karbo. – 2009. – № 4. – P. 269-274.*
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.world-aluminium.org/statistics/#data>.
3. *Мировой рынок алюминия в 2013 году. Обзор рынка алюминия / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ereport.ru/articles/commod/aluminum.htm>.*
4. *Мэрт о рынке стали и цветных металлов в 2012-2016 гг. 02.10.13 / [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.infogeo.ru/metalls/review/?act=show&rev=853#ixzz2hiuopsag>.*
5. *Интересы «Русала» всё шире – от содерберга до катанки и угольного пека. 05.09.2013 / [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://commerce.lprime.ru/news/show.asp?id=58965&ct=metal&ap=interview#ixzz2hj5w27xk>.*
6. *Вершинина Е.П. Тенденции развития производства связующего для анодов алюминиевых электролизеров / Е.П.Вершинина, Э.М.Гильдебрандт, Е.А.Селина // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies. – 2012. – № 5. – С. 752-759.*

7. **Уганьев А.А.** Исследование, разработка технологии и получение в промышленных масштабах нового композиционного вяжущего – нефтяного пека ПНД / **А.А.Уганьев, И.В.Ким, И.О.Дошлов, М.И.Лубинский, П.А.Синьшинов** // Ползуновский альманах. – 2010. – № 2. – С. 314-316.
8. **Perez M.** Preparation of binder pitches by blending coal-tar and petroleum pitches / **M.Perez, M.Granda, R.Garcia, R.Menendez** // *Light Metals*. – 2001. – P. 573-579.
9. **Perez M.** Petroleum derivatives as an alternative to binder coal-tar pitches / **M.Perez, M.Granda, R.Garcia [et al.]** // *Light Metals*. – 2000. – P. 531-536.
10. Пат. 2116383 РФ, С25С3/12. Способ производства анодной массы / **Лазарев В.Д., Махалова Н.П., Тарасевич Н.И. [и др.]**; Заявители и патентообладатели АОО «Сибирский научно-исследовательский, конструкторский и проектный институт алюминиевой и электродной промышленности»; АОО «Братский алюминиевый завод». – № 96116051/02; заявл. 02.08.1996; опубл. 27.07.1998.
11. **Чешко Ф.Ф.** Дослідження та розробка способів спрямованого формування властивостей кам'яновугільних пеків різного призначення: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.17.07 «Хімічна технологія палива, горючих та змащувальних матеріалів» / **Федір Федорович Чешко**. – Харків, 1997. – 24 с.
12. **Sutton M.** Coal Tar Pitch Markets in Europe & North America / **Michael Sutton** [VFT Canada Inc.] / Presented at 12th Annual Met. Coke World Summit. – Chicago, Illinois. – October 22-24, 2008.
13. **Хайрутдинов И.Р.** Состояние и перспективы развития производства кокса и пека из нефтяного сырья / **И.Р.Хайрутдинов, М.М.Ахметов, Э.Г.Теляшев** // *Российский Химический Журнал*. – 2006. – Т. L. – № 1. – С. 25-28.
14. **Владислав Соловьев:** «спрос на алюминий обгонит предложение в 2014 году» / [электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.dela.ru/interview/Vladislav-Soloviev/>.
15. **Клешня Г.Г., Чешко Ф.Ф., Питюлин И.Н.** Проблемы современного отечественного производства электродного каменноугольного пека // *Углекимический журнал*. – 2006. – № 5-6. – С. 63-67.
16. **Скрипченко Н.П.** О возможности производства пропиточного пека без стадии очистки каменноугольной смолы / **Скрипченко Н.П., Чешко Ф.Ф., Банников Л.П., Рудкевич М.И.** // *Углекимический журнал*. – 2010. – № 5-6. – С. 55-59.
17. **Тарасюк Ю.Я.** Технологические особенности производства каменноугольного пека из смеси каменноугольных смол разных производителей и варианты совершенствования процесса / **Ю.Я.Тарасюк, Д.Т.Серик, А.А.Букка, Е.Ю.Иващенко, Чешко Ф.Ф.** // *Углекимический журнал*. – 2012. – № 5-6. – С. 55-63.
18. **Сидоров О.Ф.** Перспективы производства и совершенствования потребительских свойств каменноугольных электродных пеков / **Сидоров О.Ф., Селезнев А.Н.** // *Российский Химический Журнал*. – 2006. – Т. L. – № 1. – С. 16-24.
19. **Клешня Г.Г.** Модифікація властивостей электродних в'язучих пеків на основі кам'яновугільних смол низького ступеня піролізованості: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.17.07 «Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів» / **Григорій Григорович Клешня**. – Харків, 2010. – 20 с.
20. Отработка технологического процесса получения электродных пеков различной квалификации и составление технологического регламента: Расширенная аннотация о НИР / Укр. гос. научн. иссл. ин-т «УХИН». – № ГР 0104U005409. – Харьков, 2005.
21. Пат. 72763 Україна, 7 С10С1/16, С10С1/20. Спосіб отримання товарних электродних пеків / **Власов Г.А., Кауфман С.И., Печень В.С. [и др.]**; заявник та власник ВАТ «Авдіївський КХЗ». – № 2002010014; заявл. 03.01.02; опубл. 15.04.05, Бюл. № 4.
22. **Старовойт М.А.** Опытнo-промышленные испытания модифицированного пропиточного пека / **М.А.Старовойт, Е.И.Малый** // *Углекимический журнал*. – 2010. – № 5-6. – С. 59-61.
23. **Малый Є.І.** Дослідження і розробка технологічних принципів модифікації кам'яновугільних пеків для электродного виробництва: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.17.07 «Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів» / **Євген Іванович Малый**. – Харків, 2006. – 19 с.
24. **Mayer H.K.** Constitution of coal tar pitch and its effect on properties / **H.K.Mayer, C.Lewis** / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: acs.omnibooksonline.com/data/papers/2004_K005.pdf.
25. **Ковалев Е.Т.** Научные основы и технология переработки высококипящих фракций каменноугольной смолы с получением полициклических углеводородов / **Евгений Тихонович Ковалев**. – Харьков: Контраст, 2001. – 216 с.
26. Пат. 66087 Україна МПК С10С 1/00 Спосіб вибіркового зниження температури розм'ягшення электродного пеку / **Скрипченко М.П., Кауфман С.І., Єремєєв Ю.В., Суханов О.М., Чешко Ф.Ф., Банников Л.П.**; заявник і патентовласник ВАТ «Авдіївський коксохімічний завод». – 201106258; заявл. 19.05.2011; опубл. 26.12.2011, Бюл. № 24.
27. Пат. 83149 Украина, МПК С10С 3/00. Способ получения электродного пека / **Скрипченко Н.П., Клешня Г.Г., Ильяшенко Ю.В., Чешко Ф.Ф., Питюлин И.Н.**; заявитель и патентообладатель ОАО «Авдеевский КХЗ». – 200702737; заявл. 15.03.07; опубл. 10.06.08, Бюл. № 11.
28. Пат. 41980 Украина, МПК С10С 3/00. Способ получения электродного пека / **Власов Г.А., Кауфман С.И., Скрипченко Н.П., Єремєєв Ю.В., Клешня Г.Г., Чешко Ф.Ф., Питюлин И.Н., Дариенко Е.В.,**

Заболотников А.А.; заявитель и патентообладатель ОАО «АКХЗ». – 200811639; заявл. 29.09.08; опубл. 25.06.09, Бюл. № 12.

29. Клешня Г.Г. Технология производства электродных пеков с повышенными температурами размягчения на основе смол низкой степени пиролиза / **Г.Г.Клешня, Н.П.Скрипченко, Ф.Ф.Чешко, И.Н.Питюлин** // Углекимический журнал. – 2010. – № 1-2. – С. 67-75.

30. Скрипченко Н.П. Давление как фактор интенсификации процесса получения каменноугольного электродного пека / **Н.П.Скрипченко, Г.Г.Клешня, В.Н.Рубчевский, Ю.А.Чернышов, Ф.Ф.Чешко, И.Н.Питюлин** // Углекимический журнал. – 2009. – № 1-2. – С. 72-79.

31. Ковалев Е.Т. Новые технологические процессы в области переработки каменноугольной смолы / **Е.Т.Ковалев, Ф.Ф.Чешко** // Углекимический журнал. – 2010. – № 3-4. – С. 95-104.

32. Питюлин И.Н. Научно-технологические основы создания каменноугольных углеродсодержащих материалов для крупногабаритных электродов / **Игорь Наркиссович Питюлин**. – Харьков: ИПЦ Контраст, 2004. – 480 с.

33. Скрипченко М.П. Технологічні засади вдосконалення процесу виробництва кам'яновугільного просочувального пеку: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.17.07 «Хімічна технологія палива і паливно-мастильних матеріалів» / **Микола Павлович Скрипченко**. – Харків, 2006. – 22 с.

Рукопись поступила в редакцию 05.08.2013