



В данном случае определение местоположения Cu^{2+} и Zn^{2+} зависит от величины радиуса иона. Радиусы данных ионов, вычисленные теоретическим путем, составляют для меди $0,98 \text{ \AA}^0$, для цинка $0,83 \text{ \AA}^0$ [6]. Чем больше кристаллический радиус иона при одинаковом заряде, тем лучше он адсорбируется, так как с увеличением кристаллического радиуса иона возрастает его поляризуемость, а следовательно, способность притягиваться к полярной поверхности. Одновременно увеличение кристаллического радиуса приводит к уменьшению гидратации иона, что облегчает адсорбцию. Чем больше заряд иона, тем сильнее ион притягивается противоположно заряженной поверхностью твердого тела и тем сильнее адсорбция.

Из всего вышеизложенного следует, что природа взаимодействия сорбентов с металлами, входящими в состав раствора, сводится к целому комплексу физических и химических процессов. Для шлака более характерна сорбция за счет образования комплексов из поликремниевых кислот. При сорбции на цеолите более выражен процесс ионного обмена.

Провести границу между физической и химической адсорбцией практически невозможно. Как правило, физическая адсорбция предшествует химической. Оба эти процесса представлены комплексом сложных

взаимодействий раствора, сорбента и сорбируемого металла.

В ходе экспериментальных исследований были определены оптимальные условия для более эффективного процесса адсорбции некоторых металлов, входящих в состав сточных вод (рН раствора, время контакта раствора с сорбентами, размер частиц сорбентов). Описание механизма сорбции трехвалентного хрома на шлаке и цеолите основано на литературных данных и результатах экспериментальных исследований.

Результаты исследования показали, что изучаемые в качестве адсорбентов материалы способны в той или иной степени очищать сточные воды от ионов тяжелых металлов. А изучение принципиальных методов взаимодействия сорбентов с металлами обеспечивает возможность регулирования процесса сорбции, а также применения данной технологии в системах очистки сточных вод гальванических производств. Таким образом, использование шлаков от сжигания угля и природных цеолитов в процессах сорбционной доочистки промышленных сточных вод от тяжелых металлов позволит решить проблемы утилизации техногенных отходов и защиты окружающей среды.

Библиографический список

1. Проскурина И.И., Свергузова С.В., Василевич Н.Н. Использование металлургических шлаков для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов // Экология и промышленность России. №5. С. 26-29.
2. Василенко Т.А. Очистка фосфатсодержащих сточных вод модифицированным шлаком электросталеплавильного производства: автореф... канд. техн. наук: 03.00.16. Белгород, 2005. 20 с.
3. Долгов В.П., Соловьева Е.В. Химия. М.: СЛОВО, 1997. 608 с.
4. Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. 2-е изд. М.: Химия, 1975. 512 с.
5. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. Л.: Химия, 1974. 352 с.
6. Некрасов Б.В. Основы общей химии: в 2 т. М.: Химия, 1973. Т.2. 688 с.
7. Руш Е.А. Совершенствование технологий сорбционной очистки сточных вод от тяжелых металлов для предприятий Ангарской промышленной зоны. Иркутск: Изд-во ИргТУ, 2003. 195 с.

УДК 669.713.7

ПЕРЕРАБОТКА ГРАНУЛИРОВАННОГО ПЕКА МАРКИ «Б1»

М.Б.Миронов¹, В.М.Салов²

¹ОАО «ИрАЗ-СУАЛ»,

666034, г. Шелехово, ул. Индустриальная, 4.

²Иркутский государственный технический университет,

664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Приведены результаты исследования переработки гранулированного пека марки «Б1» с использованием дополнительного дробления до фракции 1мм и его последующее плавление в обогреваемой смесильной машине. Рассмотрена модернизация линии сухого брикетирования для плавления гранулированного пека, так как она имеет участок по приёмке и дроблению сухих материалов и её можно использовать для приёма и дробления пека. Для этого необходимо дополнительно установить обогреваемую смесильную машину, обеспечивающую рассчитанные параметры энергетических затрат.

Ил. 4. Табл. 6. Библиогр. 3 назв.

Ключевые слова: анодная масса; гранулированный пек; термостабилизация; пекоплавитель; пекоприемник; термоцистерна; смесильная машина; машины с обогреваемым шнеком.

¹Миронов Михаил Брониславович, аспирант, тел.: (39550) 92661, e-mail: Mikhail.Mironov@rusal.com

Mironov Michail Bronislavovich, postgraduate student, tel.: (39550) 92661, e-mail: Mik-hail.Mironov @ rusal.com

²Салов Валерий Михайлович, кандидат технических наук, профессор кафедры автоматизации производственных процессов, тел.: (3952) 405117, e-mail: salov@istu.edu

Salov Valery Mikhailovich, Candidate of technical sciences, professor of the chair of Automation of Technological Processes, tel.: (3952) 405117, e-mail: salov@istu.edu

PROCESSING OF GRANULATED PITCH OF THE MARK «B1»
M. B. Mironov, V.M. Salov

PC «IrkAZ-SUAL»

4 Industrialnaya St., Shelekhov, 666034.

National Research Irkutsk State Technical University,

83 Lermontov St., Irkutsk, 664074.

The authors present the study results of processing of the granulated pitch of «B1» mark with the use of additional crushing to the fraction of 1 mm and its subsequent melting in a heated mixing machine. They consider the modernization of the line of dry briquetting for granular pitch melting as it has a sector for dry substances receiving and crushing and it can be used for pitch receiving and crushing. For this purpose it is necessary to install an additional heated mixing machine, providing calculated parameters of energy costs.

4 figures. 6 tables. 3 sources.

Key words: anode paste; granulated pitch; thermostabilization; pitch melter; pitch receiver; termocistern; mixing machine; machines with heated screw.

В производстве анодной массы исходными материалами являются каменноугольный пек и нефтяные или пековые коксы [1]. Вязкость каменноугольного пека является одной из важнейших его качественных характеристик. Она определяет агрегатное состояние и физические свойства пека.

Процесс смешивания анодной массы, проникновение пека в поры кокса, пластичность анодной массы зависят от величины вязкости пека. Оптимальная вязкость пека, обладающего максимальной степенью смачивания и пропитки кокса, находится в пределах 100-300 сПа, которая достигается для среднетемпературного пека марки Б1 в диапазоне температур 170-180 °С. На рис.1 приведены вязкости пеков с разными температурами размягчения 65°С, 83°С и 145°С в зависимости от температуры.

С 2009 году на заводе РУСАЛа стал поступать гранулированный пек, переработка которого не была предусмотрена в технологической схеме.

Подготовка пека с оптимальными технологическими параметрами, выдержанной температурой пека перед смешиванием, реализация постоянной циркуляции пека в период термостабилизации, улавливание

паров пека – главные задачи при переработке гранулированного пека.

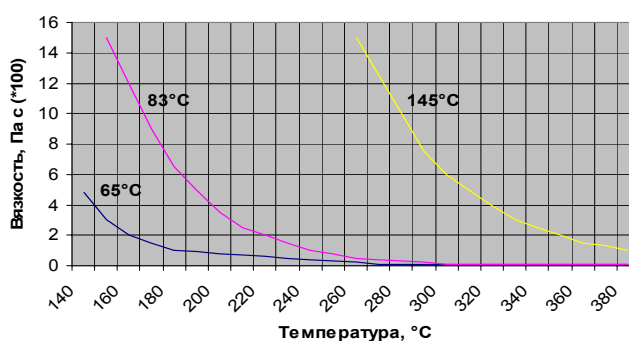


Рис. 1. Вязкость пеков с разной температурой размягчения в зависимости от температуры

В зависимости от поставок пека, технических возможностей ёмкостей склада и натуральных остатков, разработаны [3] режимы подготовки и вовлечение его в производство (табл. 2).

С целью ускорения расплавления гранулированного пека загрузка в пекоприёмники осуществляется на «подушку пека» (жидкий пек в количестве 120-180 т), которая создаётся путём слива 2-3 термоцистерн

Таблица 1

Физико-химические показатели каменноугольного электродного пека ГОСТ 10200-83

Марка пека	Температура размягч., °С	Фракция н/т, %	Фракция н/х, %	Выход летучих веществ	Зольность, % не более	Массовая доля воды, % не более
Б	67-73	25-31	8	58-62	0,3	4,0
Б1	72-76	26-31	10	<59	0,3	4,0
В	85-90	>31	12	53-57	0,3	4,0

Таблица 2

Режимы подготовки и вовлечение пека в производство

Состояние пека, загружаемого в ёмкости	Режимы подготовки пека	Термостатирование	
		в пекоплавителе	в резервуарах АНСП «Оникс»
Смесь (гранулированный более 50%+жидкий из термоцистерн) или 100% гранулированный	По мере расплавления до состояния, при котором пек может перекачиваться, но не менее 3 суток от начала загрузки в пекоприёмник	Не менее 4 суток	Не менее 2 суток
Смесь (гранулированный менее 50% +жидкий из термоцистерн)		Не менее 3 суток	Не менее 2 суток
Жидкий из термоцистерн	Не требуется	Не менее 1 суток	



или за счёт перекачки расплавленного пека. При отсутствии жидкого пека в приёмник загружается 140-200 т гранулированного пека и производится его предварительное плавление. По мере расплавления пека часть его перекачивается в пекоплавитель и вновь загружается 120-140 т гранулированного пека.

Готовность пека к подаче в производство, по мере препарирования и термостатирования в соответствии с приведёнными в табл.2 режимами, оценивают путём визуального осмотра. Поверхность расплавленного пека в пекоплавителе должна быть спокойной и зеркально-гладкой, без наличия следов вспенивания. Зависимость плотности пека от температуры приведена на рис.2.

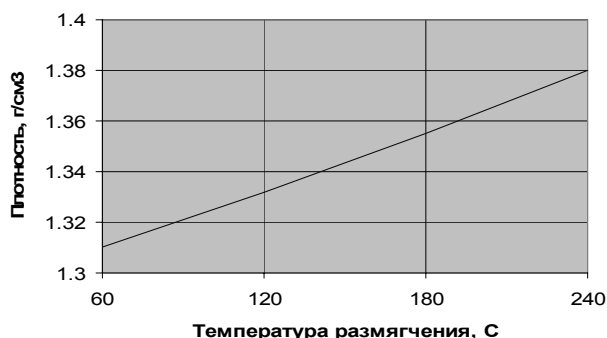


Рис. 2. Зависимость плотности пека от температуры

Поиск технологического способа переработки гранулированного пека является актуальной задачей, стоящей перед алюминиевыми заводами.

Предложены следующие варианты переработки гранулированного пека:

- установка дополнительных вертикальных регистров в пекоприемниках и пекоплавителях;
- разогрев гранулированного пека в термоцистернах;
- подача гранулированного пека в резервуары нового электрообогреваемого склада пека.

Первый вариант с установкой дополнительных регистров для заводов, работающих на пековых непрокалённых коксах, практически неприемлем, так как на этих заводах технологический пар поступает от

внешних энергетических объектов. Традиционно значимые параметры этого пара (температура на входе в цех 180-240°C, давление 4,5-5,5 атм) не позволят поднять производительность подземного пекосклада, так как при максимально возможном расходе пара цех успевает только плавить гранулированный пек и подавать его в производство без должной термоподготовки.

Заводы, работающие на нефтяных коксах (БрАЗ, КрАЗ), имеют в своём составе парогенераторы, работающие на дожиге летучих, образующихся при прокатке нефтяных коксов. Генерируя свой пар, эти заводы подают его в плавители с необходимыми параметрами (давление более 10 атм, температура выше 300°C), без установки дополнительных регистров.

Второй вариант требует решения сразу нескольких задач:

необходимо разогревать одновременно более шести термоцистерн, так как суточная потребность пека превышает 136 т, а участок разогрева термоцистерн на заводах не рассчитан на такую производительность, потребуется строительство новых электрических подстанций и т.п.;

нужно создавать участок разгрузки гранулированного пека и его подачи в горловину термоцистерн. При всей кажущейся простоте этого способа, необходимо провести детальные дополнительные исследования по теме плавления гранулированного пека в термоцистернах. Разогрев пека идет конвекционным способом от электрических ТЭНов, установленных снизу цистерны. При жидком пеке тепловой контакт между частицами пека максимален, в случае гранулированного пека может оказаться, что время разогрева и плавления пека будет настолько значительным, что без переделки оборудования термоцистерн не обойтись.

Третий вариант является наиболее технологичным, он позволяет накапливать более 2 тыс. т пека, обеспечивает постоянную циркуляцию, улучшает тепловой контакт при плавлении, обеспечивает стабилизацию температуры перед подачей его в цех.

Наиболее рациональным решением этой проблемы может быть дополнительное дробление гранулированного пека до фракции -1мм и его последующее

Таблица 3

Потребляемая мощность обогревателя

Производительность линии, т/ч	Теплоёмкость пека, дж/кг °С	Начальная температура, °С	Конечная температура, °С	Время нагрева, ч	Расчётная мощность, кВт
5	1200	17	170	1	255
12	1200	17	170	1	612

Таблица 4

Технические характеристики дезинтегратора

Наименование	Ширина колеса, мм	Диаметр барабана, мм	Скорость вращения барабана, м/с	Двигатель, кВт
Дезинтегратор	300	1410/1260	250/300	4А160М8У3/22

плавление в обогреваемой смесильной машине с температурой выхода жидкого пека 170-180°C.

Предлагается решение за счёт использования части законсервированной линии сухого брикетирования, т.к. линия сухого брикетирования имеет участок по приёмке и дроблению сухих материалов и её можно использовать для приёма и дробления пека. Необходимо только дополнительно установить обогреваемую смесильную машину, обеспечивающую рассчитанные параметры по энергетическим затратам при разных производительностях линии и температур входного сырья. В табл. 3. приведён расчёт потребной мощности обогревателя при температуре пека 17 °С и разных производительностях линии: подаче на цех – 5т/ч и максимальной 12т/ч.

Предложенная схема (рис. 3) работает следующим образом: гранулированный пек загружается в приёмную воронку и шнековым конвейером 1 через шибер 101 подаётся в один из элеваторов 2.1 или 2.2. Элеваторы поднимают пек на отметку + 19.200 в расходный бункер пека 3.3 объёмом 25 м³. Из расходного бункера пек шнековыми конвейерами типа ДВ 4.1 и 4.2 подаётся в дезинтегратор 5, где измельчается. В табл.

4 приведены технические характеристики дезинтегратора, а в табл.5 – шнековых конвейеров 1; 4.1; 4.2.

Таблица 5

Технические характеристики шнековых конвейеров

Техническая характеристика	Конвейер винтовой
Производительность, т/ч	до 10
Размер шнека: длина, мм	от 3200 до 6400
диаметр, мм	320
Скорость вращения, об/мин	50
Мощность электродвигателя, кВт	3,5

Измельчённый пек по течке поступает в бункер молотого пека 6 объёмом 6м³ (см. рис. 3). Система аспирации АС-3 очищает загрязнённый воздух от пековой пыли и подаёт уловленную пыль шнеком обратно в бункер. Измельченный пек трубчатым шнеком 9 направляется в смесильную машину, где происходит его плавление. На рис. 4 показан смеситель «Кумера» непрерывного действия, обогреваемый органическим теплоносителем до 350°C.

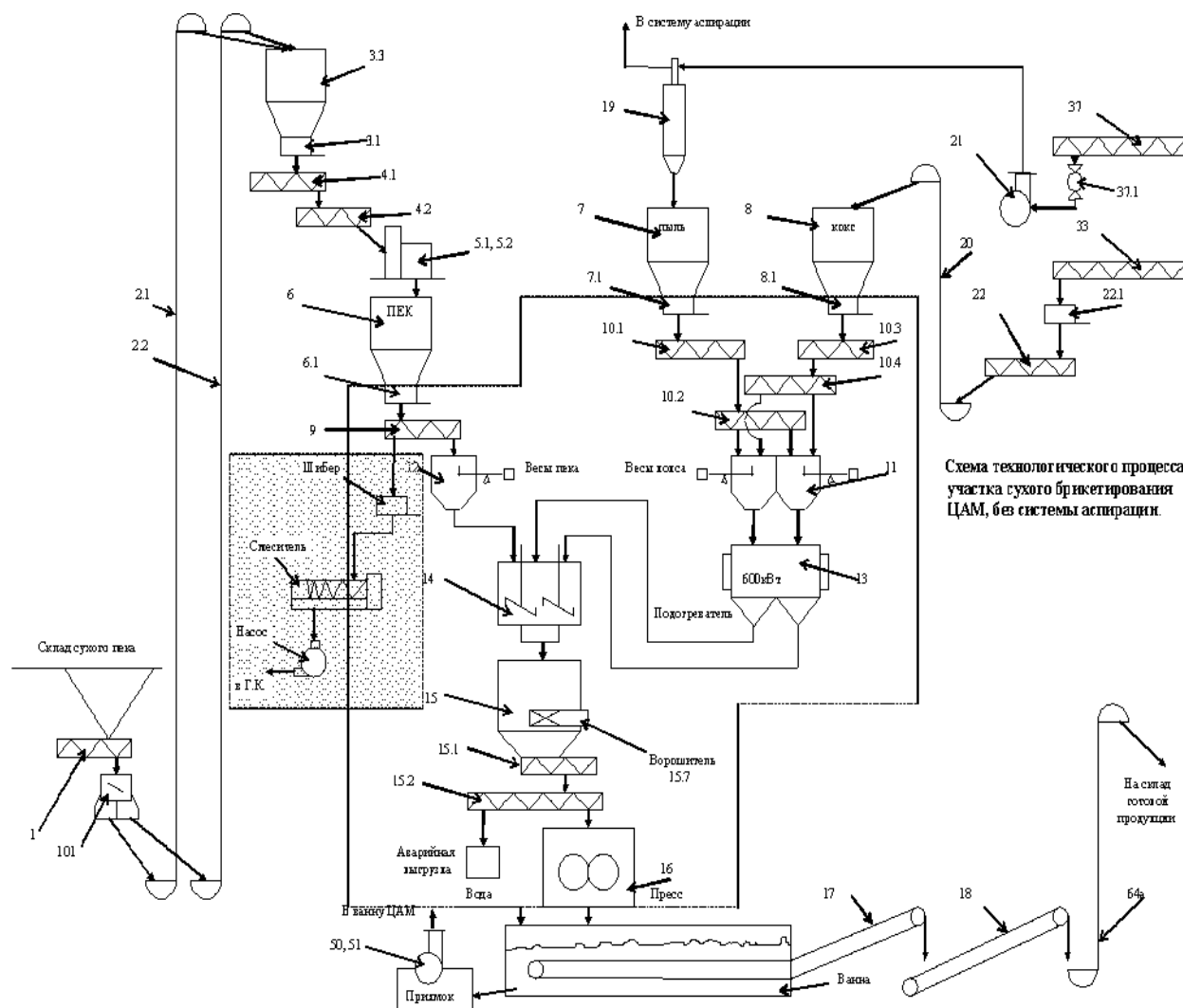


Схема технологического процесса участка сухого брикетирования ЦАМ, без системы аспирации.

Рис. 3. Предлагаемая модернизация линии сухого брикетирования для плавления гранулированного пека (дополнительное оборудование выделено)

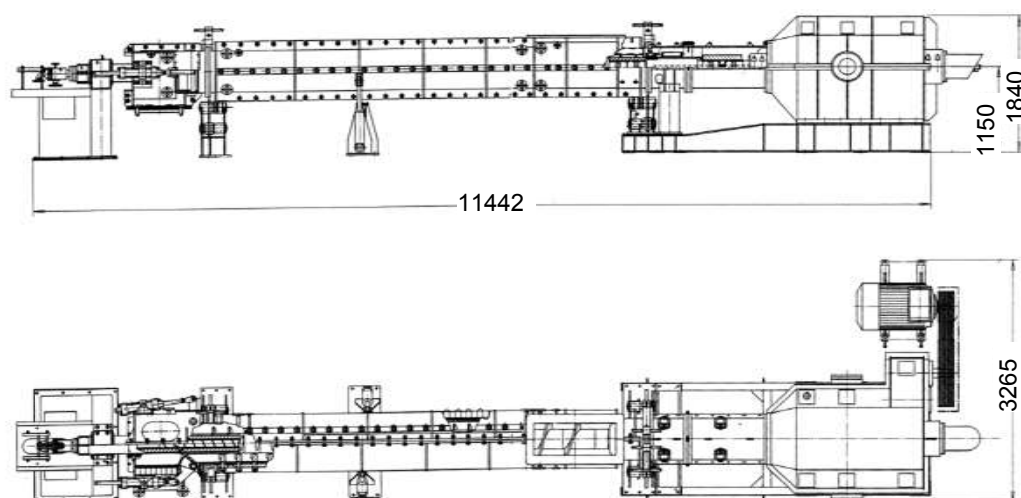


Рис. 4. Смеситель фирмы «Кумера»

Смеситель непрерывного действия фирмы «Кумера» оборудован одним смесильным шнеком длиной 9000 мм, состоящим из двух соединенных частей. Шнек совершает вращательное и поступательное движения одновременно, величина поступательного движения – 135 мм.

Шнек пустотелый, внутри него располагается труба-спираль. Все каналы для нагревателя (высоко органического теплоносителя – ВОТ) рассчитаны на давление 11 бар и температуру до 350°C. Параметры смесителя приведены в табл. 6.

Таблица 6

Параметры смесителя

Техническая характеристика	Смеситель фирмы «Кумера»
Производительность, т/ч	12,0
Количество шнеков, шт	1
Диаметр шнеков, мм	340
Число оборотов шнеков, об/мин	44,4
Мощность электродвигателя, кВт	200
Габаритные размеры, мм	11442*3265*1840

Рассматривался вариант (как альтернативный) использования широко распространённой российской смесильной машины непрерывного действия СН-400 производительностью 10 т/ч. Однако смесители СН не

обеспечивают требуемого теплообмена, так как обогревается только корпус смесителя, а необогреваемый шнек в переносе тепла не участвует, что является основным недостатком этих машин.

Другой недостаток связан с техническими параметрами эксплуатации смесителей СН, так, при температуре корпуса уже в 145-160 °С давление пара должно составлять 11 атм., что является ограничением для заводов, не генерирующих собственный пар. Жидкий пек подаётся пековым насосом производительностью от 20м³ в существующую пекотрассу смесильного отделения или для складирования.

Такие изменения хотя и требуют дополнительных капиталовложений, но достаточно быстро окупаются за счёт снижения себестоимости переработки гранулированного пек.

На основании проведённых исследований и промышленных испытаний можно сделать вывод, что использование существующих производственных мощностей, модернизация линии сухого брикетирования для плавления гранулированного пек с дополнительным использованием смесильных машин фирмы «Кумера» и обогреваемых станцией с внешним органическим теплоносителем является малозатратным и быстрокупаемым решением задачи по приёму, подготовке и переработке гранулированного пек.

Библиографический список

1. Янко Э.А. Аноды алюминиевых электролизеров. М.: ИД «Руда и металлы», 2001. 672с.
2. Адамс А.Н., Шуберт Г.Г. Характеристика поверхностных свойств сырья для анодов. Light Metals, 2004. С. 495-498.

3. Технологический регламент. Производство анодной массы. Подготовка каменноугольного пек. ТР445.03.01.06. Ред. 3.