

Проф. В. И. Минаев.

Адъюнкт химической технологии.

(Совместно со студентами Б. М. Фромбергом и П. И. Горетовским).

К вопросу о методическом выщелачивании золы древесного топлива с целью извлечения поташа.

(Экспериментальное исследование; 1917—18).

«Сколько ценностей пропадает ежегодно для государства в виде неиспользованных отбросов, остатков или побочных продуктов, грязи и т. д.? Сколько убытков несет страна от несовершенных методов фабрикации и неполных химических реакций? Миллионы и миллионы».

«Можно прямо утверждать, что в химической промышленности каждое производство стоит тем выше, чем меньше в нем есть отбросов и остатков».

«Мы сильно нуждаемся в солях калия; частью они идут на удобрение полей, частью на изготовление взрывчатых веществ и т. д. В наших городах для отопления жилых помещений, на заводах и т. д. применяются теперь березовые дрова, оставляющие в виде „отбросов“ колоссальные количества золы, а эта зола содержит, между прочим, соли калия».

«При более бережном обращении с нашими „отбросами“ мы могли-бы производить ежегодно из ненужной золы на десятки миллионов рублей поташа, сократив, при этом, заграничный привоз. Хозяйство наших городов расширилось-бы и получило-бы новые источники доходов; наши города передавали-бы этот поташ на заводы и в деревню для повышения плодородности полей, и неиспользуемый отброс—зола—превратился-бы в столь ценный насущный хлеб!»

(Акад. П. И. Вальден).

Введение. Древесная зола, как источник для получения поташа, не является новостью в поташной промышленности. Наоборот, этот источник еще недавно был главным, если не единственным, сырым материалом для добывания поташа. Еще в начале семидесятых годов в России функционировало до 200 поташных заводов, перерабатывавших золу, и поташ, добываемый на этих заводах, был немаловажным предметом вывоза за границу. Но в том виде, в каком этот способ существовал раньше, когда для получения золы сжигались целые лесные площади, он не мог существовать долго. Являясь весьма характерным примером хищнического хозяйства, когда для получения поташа на 50—100 копеек требовалось сжечь целую кубическую сажень дров, этот источник поташа, естественно, должен был уступить место другому, лишь только таковой нашелся—(Леблановский способ получения поташа из стассфуртского хлористого калия).

Возвращаясь здесь к старому источнику поташа, древесной золе, мы видим достоинство его как раз в том, что раньше было его главным недостатком. Процесс добычи поташа, прежде—хищнический, теперь превращается в свою прямую противоположность, в процесс разумной экономии, ибо в данном случае мы имеем в виду золу, являющуюся обычно *отбросом*, золу древесного топлива.

В целях получения тепла Сибирь сжигает громадные количества леса, при чем зола, в лучшем случае, иногда находит некоторое весьма нецелесообразное применение в домашнем хозяйстве. Между тем разумно поставленный сбор золы, дал бы возможность создать промышленность, дающую ценный продукт.

Сказанного достаточно, чтобы понять те мотивы, которые побудили нас сделать попытку исследования технического извлечения поташа из золы древесного топлива.

Извлечение поташа из золы древесного топлива сводится к следующим операциям:

- 1) Выщелачиванию;
- 2) Увариванию щелока с дробной кристаллизацией;
- 3) Прокаливанию;
- 4) Очистке поташа.

Поэтому рассмотрение вопроса об извлечении сводится к изучению этих процессов с точки зрения наибольшего выхода и чистоты продукта.

Выщелачивание. По отношению к выщелачиванию прежде всего следует выбрать температуру воды, которой производится выщелачивание. Так как растворимость поташа, а также и примесей (K_2SO_4 , KCl , Na_2CO_3), увеличивается с повышением температуры, то очевидно, что выщелачивание горячей водой пойдет быстрее, даст экономию в количестве расходуемой воды, в продолжительности процесса и, наконец, в количестве аппаратов. Но с другой стороны практика установила, что при холодном выщелачивании получается продукт лучших качеств.

Сравнивая дополнительный расход по нагреванию воды и, если бы понадобилось, по очистке получаемого поташа, с экономией в расходе воды и пр., можно установить сравнительную выгодность холодного и горячего выщелачивания. В этом отношении представляет интерес остановиться на трех температурах: комнатной — $15^\circ C$, далее $50^\circ C$ и, наконец, температуре, близкой к точке кипения воды, т. е. — около $100^\circ C$.

Следующим фактором, характеризующим выщелачивание, является температура. У нас в России обычно применяются деревянные чаны с двойным дном, одно из которых, а именно — верхнее, делается дырчатым (ложное дно). Выщелачивание начинают слабым щелоком, полученным от предыдущих операций, в $10—12^\circ Be$, и оканчивают чистой водой. Для дальнейших операций пользуются щелоками в $25^\circ Be$.

Между тем имеются более совершенные приемы выщелачивания, основанные на принципе противотока и методичности, дающие возможность получать крепкие щелока и, при малом расходе воды, добиться полного выщелачивания. Это достигается тем, что в ряде последовательных операций, свежая масса выщелачивается крепкими щелоками, а почти уже выщелоченная масса обрабатывается свежей водой. Продукты же промежуточных качеств выщелачиваются соответственно промежуточными щелоками.

Заимствуя эти способы методического выщелачивания из главы о фабрикации соды¹⁾, мы можем их разделить на два вида отличающиеся друг от друга тем, что в одном случае циркулируют и выщелачиваемая масса и жидкость, в другом случае масса остается в покое, а циркулирует лишь жидкость. В последнем случае основной принцип методического выщелачивания (крепкие щелока — на свежую массу, свежая вода — на почти уже выщелоченную) достигается благодаря целесообразной коммуникации труб. Не останавливаясь на описании этих способов, укажем лишь, что первый способ осуществляется в аппарате Clements—Desormes'a, а второй — в аппарате Buff—Dunlop'a или Shanks'a, именем последнего который часто называют («ченкс»).

¹⁾ G. Lunge. Handbuch der Soda—Industrie, (1909). т. II, стр. 524 и след.

И если при выщелачивании соды несомненно надо отдать предпочтение аппарату—Shanks'a, как потому, что при выщелачивании в последнем не происходит окисления продукта, плав (поздраватый, в кусках) сохраняет до конца свою форму и характер, так и вследствие экономии в рабочей силе, то при выщелачивании золы имеет значение лишь последнее обстоятельство.

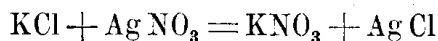
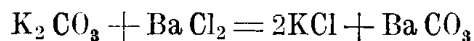
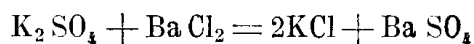
Наоборот пылевидный характер золы, обуславливающий слеживание продукта, а также сравнительно значительное содержание глинозема (из печей), благодаря которому пропускная для воды способность золы уменьшается, заставляет предполагать необходимость специальных мер к перемешиванию массы, что опять таки увеличивает затрату рабочей силы и легче для аппарата Clements—Desormes'a, чем для ченкса. С другой стороны небольшое содержание поташа в золе (около 12% для березовой золы), растворимого в воде и, следовательно, значительный нерастворимый остаток, ставит некоторые затруднения, как мы увидим далее, для методичности и непрерывности выщелачивания, во избежание чего приходится увеличивать расход воды. Но все же в первую очередь следует изучить процесс выщелачивания в аппарате Shanks'a, обладающем наибольшей производительностью при минимальном количестве рабочих рук.

В данном случае прежде всего необходимо выяснить число отделений в ченксе, необходимое и достаточное для того, чтобы выходящий щелок был крепостью приблизительно в 25° Be', а щелок, вытекающий из ящика перед его новым зарядением, показывал бы, что выщелачивание произведено до предела, при котором дальнейшее выщелачивание уже не представляет выгоды.

Этот предел может быть найден из того условия, чтобы дополнительный расход пара (при горячем выщелачивании) и связанное с возможно полным извлечением увеличение количества ящиков в ченксе было бы покрыто ценностью поташа, который может быть извлечен за счет лишнего отделения в аппарате Shanks'a.

Кроме того имеет еще значение и состав последних выщелачиваемых солей. Можно предположить, что, благодаря более трудной растворимости хлористого калия и серно-калиевой соли сравнительно с растворимостью углекалиевой соли, последние щелока будут более богаты этими солями, и потому или должны собираться отдельно, или оставаться в подзоле, так как последний идет на удобрение.

По крайней мере при выщелачивании соды с этим обстоятельством иногда считаются и щелока крепостью $1/3^{\circ}$ Be' собирают отдельно, ибо эти щелока оказываются богатыми сернистым натрием (Na_2S). Впрочем и там существуют различные мнения по этому вопросу. Пределом выщелачивания для соды принимают щелок в $0,5^{\circ}$ Be'. В нашей работе критерием для полноты выщелачивания нам служил химический анализ, проба щелока хлористым барием и азотнокислым серебром:



Само собой разумеется, что указанные выше условия не определяют еще количество отделений в ченксе, ибо можно получить в последнем отделении достаточно крепкий щелок, тогда как в первом—выщелачивание еще не будет закончено; наоборот, можно массу первого отделения совершенно выщелочить, а щелок, идущий на уваривание, может оказаться слишком слабым. Очевидно, чтобы получить вполне определенное решение, необходимы еще дополнительные данные.

Этими данными служат количество воды относительно загружаемой массы золы, а также время выщелачивания. Последнее, очевидно, стоит в связи со скоростью вытекания чистой воды на почти уже выщелоченную золу, ибо она обуславливает также скорость вытекания готового щелока, что следует из принципа, на котором сконструирован аппарат Shanks'a.

Резюмируя все вышесказанное о выщелачивании, можно наметить следующий порядок исследования:

1) Выяснить, какое количество воды идет на смачивание золы, так как, очевидно, эта вода является потерянной, будучи выброшена в отвал вместе с подзолом. Нужно иметь в виду при этом, что растворимых веществ в древесной золе сравнительно не много (для березовой золы, как сказано, около 12%).

2) Взяв произвольное количество золы (соответственно, разумеется, емкости сосуда, в котором производится выщелачивание), определить объем воды, достаточный для смачивания и для того, чтобы покрыть всю поверхность золы.

3) Получить установившийся процесс, т. е. подготовить ряд продуктов, различающихся между собой количеством щелоков, прошедших через них, начиная с продукта совершенно выщелоченного и кончая свежим, как это имеет место при установившемся процессе в ченксе.

4) Выбрать определенную скорость протекания, например, из расчета, чтобы течение 2—3—4 часов проциркулировало через каждое отделение ченкса количество жидкости, равное объему этого отделения. Очевидно, что чем медленнее протекание жидкости, тем большее время зола находится в общении со щелоком и тем концентрированнее будет готовый щелок, выходящий из последнего отделения ченкса. Вместе с тем уменьшается число ящиков ченкса.

Таким образом, имея ряд процессов, различающихся в результате друг от друга концентрацией конечного щелока и числом отделений ченкса, и выбрав тот из них, который дает конечный щелок в 25° Be', мы одновременно получаем и скорость протекания и число ящиков в аппарате Shanks'a.

5) Все эти операции провести при t° а) комнатной, в) 50° C, с) ∞ 100° C.

6) Для полной характеристики процесса.

а) Сделать химический количественный анализ щелоков в каждом отделении ченкса и конечного щелока. Результаты анализов сравнить между собой и с содержанием щелока, полученного простым выщелачиванием.

Как мы знаем, растворимая часть золы содержит, кроме K_2CO_3 , еще K_2SO_4 , KCl и Na_2CO_3 . Растворимость этих солей различна, при чем в этом отношении их можно расположить в следующий ряд: K_2SO_4 , KCl, Na_2CO_3 , $KNaCO_3$ и K_2CO_3 ; из них первая является наиболее трудно растворимой, а последняя, поташ, обладает почти бесконечной растворимостью, так что расплывается уже на воздухе. Поэтому возможно предположить, что, по мере прохождения щелоков через ряд ящиков ченкса с золой, углекалиевая соль (K_2CO_3) будет вытеснять из раствора труднорастворимые соли, и, таким образом, щелок будет обогащаться углекалиевой солью. Анализ щелоков в каждом отделении ченкса и укажет, верно ли это предположение или нет. В случае положительного ответа возможно это обстоятельство использовать для получения более чистого, а стало быть, и более ценного поташа.

в) Измеряя ареометром Бо́ме концентрацию щелоков в каждом отделении ченкса, установить закон, по которому эта концентрация увеличивается.

Уваривание щелока и дробная кристаллизация. Следующей операцией, необходимой в процессе получения поташа, является уваривание полученного щелока для дальнейшего его прокаливания. У нас в России обычно ограничиваются выпариванием щелока и прокаливанием сырого поташа в пламенной печи. Но поташ, полученный таким способом, очевидно, содержит и все примеси солей, находящихся в золе и растворяющихся в воде. Так по анализам проф. Дементьева русский поташ из древесной золы содержит:

K_2CO_3	от 60,84% до 71,04%.
Na_2CO_3	» 1,81% » 8,09%.
K_2SO_4	» 16,50% » 24,87%.
KCl	» 1,48% » 4,74%.

Мы видим таким образом, что примеси достигают иногда значительных количеств, до 24,87% для K_2SO_4 . Во многих случаях эти примеси являются лишним балластом, напр. в мыловарении, а при поташном обращении чилийской селитры они усложняют процесс выделения чистой конверсионной селитры и соды. Поэтому получение чистого поташа является вопросом не последней важности. Как уже было сказано, растворимость солей, содержащихся в щелоках, различна, а потому имеется полная возможность разделить их дробной кристаллизацией.

При этом, по Дементьеву, прежде всего выкристаллизовывается при выпаривании трудно растворимый в растворе поташа K_2SO_4 , а затем при охлаждении KCl и Na_2CO_3 . Под конец наступает обильная кристаллизация двойной соли $KNaCO_3 \cdot 6H_2O$. Отделенный от этих кристаллов щелок содержит главным образом K_2CO_3 .

В данном случае задача исследования сводится к определению тех границ, при которых заканчивается выделение тех или иных компонентов. Эти границы можно характеризовать концентрацией раствора, пользуясь ареометром Ве'. Конкретно вопрос разрешается анализом щелока и выпавших кристаллов через определенные интервалы градусов Ве'.

Операция прокаливания не требует особого изучения. В данном случае интересно лишь сделать химический анализ продукта после прокаливания и определить степень его чистоты и выход в процентах относительно всего количества поташа, заключенного в золе.

Что касается вопроса об очистке полученного после прокаливания поташа, то необходимость в этой операции, а также и способ очистки зависят от тех данных, которые получаются в результате опытов дробной кристаллизации и прокаливания. Поэтому мы не будем останавливаться на этом вопросе.

Таковы объемы опытов, которые необходимо поставить, чтобы охарактеризовать весь процесс извлечения поташа из золы древесного топлива.

По условиям нашей работы мы могли выполнить лишь часть указанных выше опытов и мы остановились на исследовании процесса выщелачивания в аппарате Shanks'a, — процесса наиболее важного в ряду других. Но и здесь, не имея под руками ченкса, мы стремились лишь возможно точно приблизиться к процессу в том виде, как он происходит в аппарате Shanks'a. Рассматривая наши опыты, как предварительные, для получения некоторых основных данных, мы вели процесс только при комнатной температуре. С другой стороны, по тем же причинам, мы имели возможность провести выщелачивание лишь при одном интервале времени соприкосновения золы со щелоками, а

именно, мы избрали этот интервал, равный одному часу. Имея в распоряжении обыкновенную лабораторную посуду, мы воспользовались стаканами емкостью 1,5 литра, считая их за отделения ченкса. Перетекание жидкости, обусловливаемое в аппарате Shanks'a превышением уровня жидкости в одном из отделений сравнительно с другими, являющимися, все вместе, системой сообщающихся сосудов, и разделение щелоков благодаря разности их удельных весов, обуславливаемой в свою очередь разностью концентраций, мы осуществили тем, что зола была помещена в ряд стаканов, при чем жидкость через определенные промежутки времени (1 час) сливалась через фильтр из одного стакана в другой.

Чтобы характеризовать процесс выщелачивания в аппарате Shanks'a, как уже было сказано ранее, нужно было установить процесс, т. е. необходимо было иметь с одной стороны ряд выщелачиваемых масс, от совершенно свежей золы до почти выщелоченной, с другой стороны ряд щелоков, от чистой воды до щелока предельной концентрации. Одновременно с этим нужно было установить число элементов цикла, т. е. число отделений в ченксе.

Для того, чтобы решить эту задачу, мы исходим из следующих соображений: предположим, что число отделений нами уже найдено. Пусть это число = 6. Берем шесть высоких химических стаканов и загружаем их определенным и одинаковым количеством золы.

Схема № 1.

Стаканы №№: 1 2 3 4 5 6

Примем во внимание, что одно отделение ченкса всегда должно быть свободно для выгрузки отработанной золы и загрузки свежей. Заливаем золу в 1-ом стакане водой. Через час щелок из первого стакана переводим во 2-ой, а первый стакан заливаем чистой водой. Спустя еще час, щелок из 2-ого стакана поступает в 3-ий, щелок из 1-ого стакана поступает во 2-ой, а 1-ый стакан заливается чистой водой и т. д. Когда щелок из 4-ого стакана поступает в 5-ый со свежей золой, а промежуточные щелока в соответственно последующие стаканы, то зола в 1-ом должна быть уже почти выщелочена, так что, в дальнейшем, когда щелок из 5-ого стакана пойдет на уваривание, 1-ый стакан будет в последний раз залит чистой водой. В следующий затем момент времени в систему включается 6-ой стакан и щелок из 5-ого поступает в 6-ой, из 4-ого в 5-ый и т. д. Когда щелок из 1-ого стакана уйдет во 2-ой, 1-ый стакан освобождается от подзола и загружается вновь свежей золой. Если подсчитать количество щелоков, прошедших последовательно через разные стаканы, то получим следующие результаты: через золу в 1-ом стакане прошла чистая вода 6 раз, во втором стакане прошел щелок 5 раз, в третьем 4 раза, в четвертом—3 раза и т. д., в шестом, соответственно, щелок прошел только 1 раз. Мы видим, таким образом, что этим путем мы имеем возможность подготовить золу в такой ряд, какой приблизительно соответствует процессу выщелачивания в ченксе. Но лишь приблизительно, ибо оказывается, что масса первого стакана выщелачивалась все время чистой водой, и что концентрированный щелок проходил через свежую золу лишь в 6-ом стакане. Для того, чтобы считать процесс установившимся, необходимо продолжить операцию далее, поставив 1-ый стакан со вновь загруженной золой за 6-ым и начав заливание свежей водой во 2-ой стакан. Далее за первым стаканом должен занять место второй, за вторым—третий и т. д., пока мы не вернемся к исходному положению.

Все это ясно видно из следующей схемы № 2:

Схема № 2

(Расположение стаканов с выщелачиваемой золой по их нумерации).

Стаканы №№:	2	3	4	5	6	1
	3	4	5	6	1	2
	4	5	6	1	2	3
	5	6	1	2	3	4
	6	1	2	3	4	5

Эта схема показывает, что указанным путем можно подготовить золу в требуемый ряд. В самом деле, в результате, каждый из стаканов последнего ряда будет залит, как крепкими щелочками, так и чистой водой, а также всеми щелочками промежуточного характера. Следовательно, если теперь через подготовленную таким образом золу про-

пустить вновь, в вышеуказанном порядке, воду и щелока, то ими можно пользоваться для анализа и характеристики установившегося процесса выщелачивания в аппарате Shanks'a. Число отделений ченкса при этом определяется само собой, если поставить условием удовлетворение лишь одного из предъявленных выше требований, а именно, полное выщелачивание золы в 1-ом отделении (в нашем случае в первом стакане). В самом деле, ведя выщелачивание только что указанным путем и прекратив присоединение новых стаканов в тот момент, когда чистая вода, прошедшая через 1-ый стакан, показывает отсутствие в золе растворимых солей, мы количеством стаканов, находящихся в данный момент в работе, очевидно, определяем число отделений.

Раньше уже говорилось, что для того, чтобы удовлетворить второму выставленному требованию,—концентрации готового щелока в $25^{\circ}\text{Be}'$, необходимо менять интервал времени выщелачивания и температуру.

Уже вначале поставленного таким образом опыта встретились серьезные затруднения, результатом которых явилось отсутствие непрерывности процесса выщелачивания. Причиной этого было слишком большое количество жидкости, тратящейся на смачивание золы, а именно: на каждые 500 гр. золы расходуется ~ 50 куб. см. жидкости.

Ясно, что при таких условиях щелок рано или поздно должен завязнуть в одном из стаканов, какое бы количество воды ни было взято для выщелачивания. При двойном количестве воды, относительно жидкости, тратящейся на смачивание, щелок будет оставаться в каждом 2-ом стакане, при тройном— в каждом 3-ем и т. д. Практически это влечет за собой перерыв процесса, до тех пор, пока не подойдут новые щелока из задних рядов. Сообразуясь с емкостью стаканов и считая запас на смачивание 50 куб. см., мы загружаем в стаканы по 500 гр. золы и начинаем выщелачивание каждой новой порции свежей золы 800 куб. см. воды или щелока, в дальнейшем заливая в стаканы с уже смоченной золой лишь по 550 к. см. жидкости. Благодаря указанному выше смачиванию, после выщелачивания свежей порции золы мы могли извлекать лишь по $800 - 550 = 250$ куб. см. щелока, который хранился нами в запасной колбе, пока следующая операция не давала нам еще 550 куб. см., что вместе с 250 куб. см. составляло 800 куб. см.

Нижеследующая схема № 3 первого опыта подготовки золы для установившегося процесса пояснит сказанное. Из нее видно, что количества щелоков, прошедших через каждый стакан в отдельности, выражаются цифрами 2:4:6:8:10:12:14:16:18:20; иначе говоря, в то время как через десятый

стакан прошло 2 щелока, через девятый прошло 4, через восьмой 6 и т. д. Эта же схема указывает, что число отделений ченкса найдено нами равным десяти.

Схема № 3 и таблица I¹⁾.

Стаканы:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число и порядок заливаний растворителя.										
1	800	250 (2.0°)								
2	550									
3	550	800	250 (2.5°)							
4	550	550								
5	550	550	800	250 (3.0°)						
6	550	550	550							
7	550	550	550	800	250 (3.5°)					
8	550	550	550	550						
9	550	550	550	550	800	250 (4.0°)				
10	550	550	550	550	550					
11	550	550	550	550	550	800	250 (5.25°)			
12	550	550	550	550	550	550				
13	550	550	550	550	550	550	800	250 (7.0°)		
14	550	550	550	550	550	550	550			
15	550	550	550	550	550	550	550	800	250 (7.75°)	
16	550	550	550	550	550	550	550	550		
17	550	550	550	550	550	550	550	550	800	250 (8.25°)
18	550	550	550	550	550	550	550	550	550	
19	550	550	550	550	550	550	550	550	550	800
20	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550

Таким образом, влияние смачивания сказалось на том, что при десяти отделениях ченкса, число операций выщелачивания, приходящихся на каждое отделение, равно не 10, а более, в нашем случае, вдвое.

Отсюда надо сделать первый вывод, что, применяя аппарат Shanks'a к выщелачиванию золы, необходимо принять меры к тому, чтобы перерыва обусловленного вышеуказанными причинами, не было. Мы не будем останавливаться на результатах этого подготовительного опыта. Достаточно отметить,

¹⁾ Цифры в столбцах обозначают количество куб. см. растворителя, поступающего в стаканы: для 1-го стакана берется чистая вода, для всех последующих стаканов — щелока, оттекающие из предшествующих им стаканов.

Цифры «250», что стоят вправо от цифр «800» за ломаной линией, указывают место и количество (в куб. см.) отбора первых щелоков.

Цифры курсивные в скобках обозначают плотность первых оттекающих щелоков в градусах ареометра Боме.

что готовый щелок получился у нас крепостью $10,75^\circ \text{Be}'$, что указывает на то, что принятый интервал времени общения щелока с золой слишком мал. Впрочем в том же нас убеждает и слишком большое количество стаканов (десять). Обычное число отделений в ченксе не более шести.

Приведем еще график изменений концентраций щелоков, получаемых при выщелачивании золы чистой водой (стакан № 1). На диаграмме № 1 координаты числа выщелачиваний по абсциссе можно считать за координаты времени, ибо каждое новое выщелачивание соответствует интервалу времени в один час. Тогда мы имеем возможность отметить, что по мере обеднения золы растворимыми солями, выщелачивание замедляется. В дополнение к схеме № 3 приводим в нижеследующей таблице опытные данные, характеризующие падение концентраций оттекающих щелоков в каждом отдельном стакане и общее возрастание концентраций в направлении от первого стакана к десятому:

Таблица II.

Число и поряд- док заливания растворителя.	Концентрации оттекающих щелоков в градусах Боме в стаканах №№:										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1' нового ряда.
1	2.00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1.25	2.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	1.00	1.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	1.00	1.50	3.00	—	—	—	—	—	—	—	—
6	1.00	1.25	2.50	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.50	1.00	2.50	3.50	—	—	—	—	—	—	—
8	0.50	1.00	1.75	4.00	—	—	—	—	—	—	—
9	0.50	0.50	1.75	3.50	4.00	—	—	—	—	—	—
10	0.50	0.50	1.50	2.75	5.00	—	—	—	—	—	—
11	0.50	0.50	1.00	2.50	4.25	5.25	—	—	—	—	—
12	0.50	0.50	1.00	2.25	3.50	5.25	—	—	—	—	—
13	0.50	0.50	1.00	2.00	3.00	4.75	7.00	—	—	—	—
14	0.25	0.50	1.00	1.75	2.75	4.50	6.00	—	—	—	—
15	0.25	0.50	1.00	1.50	2.00	3.75	5.00	7.75	—	—	—
16	0.25	0.25	1.00	1.25	2.00	3.00	4.75	6.75	—	—	—
17	0.25	0.25	1.00	1.50	2.50	2.75	3.75	5.75	8.25	—	—
18	0.25	0.25	0.75	1.25	2.00	2.75	3.50	5.50	7.50	—	—
19	0.00	0.25	0.50	1.00	2.00	3.50	3.75	5.00	7.00	9.25	—
20	0.00	0.25	0.50	0.75	1.00	2.50	3.50	4.50	6.00	8.75	—
											10.75

Мы еще не имеем установившегося процесса. Данный момент характеризуется началом 1-ого ряда схемы № 2.

Дальнейшая подготовка золы, как мы знаем, должна заключаться в продолжении выщелачивания, при чем, время от времени, следует подставлять справа стакан со свежей золой, убирая слева стакан с выщелоченной уже золой. При этом, полученные при предыдущей операции щелока должны принять участие в процессе.

Для того, чтобы притти к последнему ряду схемы № 2, онный должен быть поставлен следующим образом:¹⁾

¹⁾ В виду некоторых изменений в порядке выщелачивания, указанных далее, мы начали новое выщелачивание 800 к. см. чистой воды.

Схема № 4 и таблица III.

1

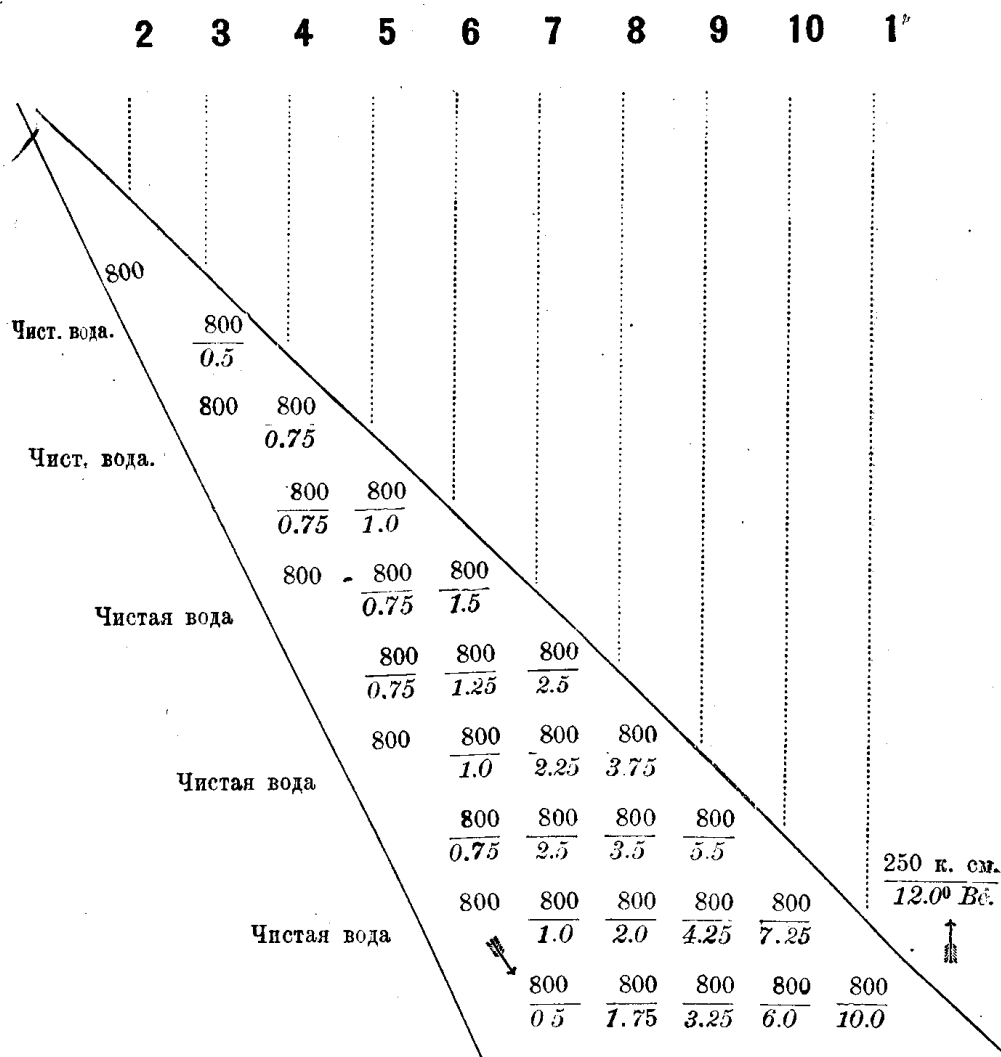
Как нетрудно подсчитать по схеме, количество жидкости, протекшей через отдельные стаканы, выражается отношением:

$$18 : 16 : 14 : 12 : 10 : 8 : 6 : 4 : 2 = 9 : 8 : 7 : 6 : 5 : 4 : 3 : 2 : 1$$

С другой стороны и концентрации полученных щелоков, очевидно, характеризуются тем же отношением, но в обратном направлении, т. е. щелок, прошедший через стакан, подвергшийся наименьшему количеству выщелачиваний, является наиболее концентрированным и наоборот.—Если мы обратимся к схеме № 2, то заметим, что последний ряд ее как раз отвечает концу схемы № 4, следовательно указанным путем мы получим ряд вполне подготовленных в требуемом порядке масс золы.

Для того, чтобы получить щелока, соответствующие щелокам отделений ченкса при установившемся процессе, нам останется лишь пропустить через подготовленную таким образом золу воду и щелока, имеющиеся уже в нашем распоряжении, в определенном порядке. Но имея в виду, что принятый нами интервал времени не дает возможности получить конечный щелок требуемой концентрации, и что поэтому, а также и по другим причинам, наш опыт в целом можно рассматривать лишь, как предварительный, мы в дальнейшем можем поставить себе задачей воспользоваться полученными щелоками лишь для решения вопроса о сравнительном химическом составе их, ибо, как сказано выше, есть основание предполагать, что в результате подобного выщелачивания должно произойти обогащение щелока углекалиевой солью K_2CO_3 ; это значит, что чем крепче щелок, тем больше в $\%$ -ном отношении должно быть в нем K_2CO_3 . С этой точки зрения нас может интересовать не абсолютное химическое содержание щелоков, а лишь относительное; а последнее обстоятельство дает возможность значительно сократить работу выщелачивания, требующую, вообще говоря, весьма много времени, что видно из схемы. Имеется возможность, по нашему мнению—без ущерба для дела, выбросить ряд операций, находящихся на схеме № 4 вправо от ломаной линии. Практически это значит, что полученные нами в данный момент щелока должны быть отставлены в сторону, а операция должна быть начата с выщелачивания стакана № 2 чистой водой. Полученный при этом щелок направляется в стакан № 3, а стакан № 2 отставляется. В следующий затем момент щелока идут в порядке из № 3 в № 4, а № 3 заливается чистой водой и т. д. Как увидим далее, требуемое отношение между щелоками при этом сохраняется.

Порядок операций выщелачивания, произведенных нами в действительности, виден на схеме № 5.

Схема № 5 и таблица IV¹⁾.

Мы видим, что в результате этой операции мы имеем в действии лишь пять стаканов. В конце выщелачивания, как будет видно из последующих схем, это количество стаканов будет непрерывно уменьшаться, но в силу высказанных положений, это обстоятельство не имеет значения, ибо наша задача заключается лишь в том, чтобы получить щелока, концентрация которых изменяется по определенному закону, что, как видно далее, и было достигнуто. Но нам важно, все таки, чтобы эти щелока прошли через золу, достаточно приближающуюся к действительному, происходящему в ченксе и установившемуся процессу, и потому мы продолжаем выщелачивание до тех пор, пока первые десять стаканов не будут вполне выщелочены.

Следующий опыт поэтому поставлен по схеме № 6.

¹⁾ Курсивные цифры под чертой означают плотности щелоков в градусах Боме.

Схема № 6 и таблица V.

	7	8	9	10	1'	2'	3'	4'	5'	
	800	$\frac{800}{1.0}$	$\frac{800}{2.25}$	$\frac{800}{4.25}$	$\frac{800}{8.0}$					
Чист. вода		$\frac{800}{0.75}$	$\frac{800}{1.75}$	$\frac{800}{3.5}$	$\frac{800}{6.0}$	$\frac{800}{10.0}$				$\Rightarrow \frac{250}{12.5}$
Чист. вода	800	$\frac{800}{1.25}$	$\frac{800}{2.5}$	$\frac{800}{4.25}$	$\frac{800}{7.75}$					
		$\frac{800}{0.75}$	$\frac{800}{1.75}$	$\frac{800}{3.5}$	$\frac{800}{5.75}$	$\frac{800}{10.0}$				$\Rightarrow \frac{250}{12.0}$
Чистая вода		800	$\frac{800}{1.0}$	$\frac{800}{2.0}$	$\frac{800}{5.0}$	$\frac{800}{7.75}$				
			$\frac{800}{0.5}$	$\frac{800}{1.0}$	$\frac{800}{3.0}$	$\frac{800}{6.25}$	$\frac{800}{10.0}$			$\Rightarrow \frac{250}{11.75}$
Чистая вода			800	$\frac{800}{1.0}$	$\frac{800}{2.75}$	$\frac{800}{4.75}$	$\frac{800}{7.75}$			
				$\frac{800}{0.75}$	$\frac{800}{1.75}$	$\frac{800}{3.5}$	$\frac{800}{6.0}$	$\frac{800}{10.0}$		$\Rightarrow \frac{250 \text{ к. см.}}{11.50 \text{ Вг}} (10)$

Мы имеем здесь тот момент, когда первые десять стаканов уже выщелочены совершенно. Теперь можно уже отбирать щелока для анализа. 250 с с, щелока, полученные в конце этой операции, являются самым крепким щелоком, который должен пойти на уваривание. Из схемы № 4 и № 5 мы видим, что этот щелок получился из чистой воды, которая начала выщелачивание почти уже выработанной золы в стакане № 6, а кончила стаканом № 5' со свежей золой, пройдя ряд стаканов с золой промежуточного характера. С другой стороны нетрудно убедиться, проследив за стрелками, что он принимал участие в десяти выщелачиваниях.

Нам остается теперь получить еще девять щелоков, содержание поташа в которых непрерывно убывает и пределом которых служит чистая вода. С другой стороны они должны удовлетворять выставленному требованию, как в смысле числа выщелачиваний, в которых они принимали участие, так и в смысле характера золы, через которую они проходили. Эти щелока были получены по следующей схеме № 7.

Схема № 7 и таблица VI.

	1'	2'	3'	4'	5'		№№ щелоков, взятых для ана- лиза из стака- на № 5 ¹⁾
						$\Rightarrow \frac{250}{11.5}$	(10)
Чистая вода	800	$\frac{800}{1.5}$	$\frac{800}{3.0}$	$\frac{800}{4.5}$	$\frac{800}{8.0}$	$\Rightarrow \frac{800}{9.0}$	(9)
		$\frac{800}{1.25}$	$\frac{800}{2.25}$	$\frac{800}{4.0}$	$\frac{800}{6.75}$	$\Rightarrow \frac{800}{8.5}$	(8)
Чистая вода	800	$\frac{800}{2.0}$	$\frac{800}{3.25}$	$\frac{800}{5.25}$		$\Rightarrow \frac{800}{6.75}$	(7)
		$\frac{800}{1.0}$	$\frac{800}{2.75}$	$\frac{800}{4.5}$		$\Rightarrow \frac{800}{5.25}$	(6)
Чистая вода		800	$\frac{800}{1.75}$	$\frac{800}{3.25}$		$\Rightarrow \frac{800}{4.0}$	(5)
			$\frac{800}{1.0}$	$\frac{800}{2.75}$		$\Rightarrow \frac{800}{3.0}$	(4)
Чистая вода			800	$\frac{800}{2.0}$		$\Rightarrow \frac{800}{2.75}$	(3)
				$\frac{800}{1.0}$		$\Rightarrow \frac{800}{1.75}$	(2)
Чистая вода				800		$\Rightarrow \frac{800}{1.0}$	(1)

Процесс выщелачивания закончен.

Не трудно убедиться, что полученные щелока удовлетворяют поставленным выше требованиям. Возьмем, например, щелок № 5. Проследив за стрелками, мы видим, что он участвовал в выщелачивании пять раз, исходя из чистой воды. Зола, через которую он прошел в последний раз, подвергалась до этого выщелачиванию также пять раз щелоками, концентрация которых изменялась по установленному нами закону. И если мы таким же образом проследим все щелока, то заметим, что по отношению к числу выщелачиваний, в которых они принимали участие, их можно характеризовать цифрами 10:9:8:7:6:5:4:3:2:1, т. е., именно так, как мы установили на стр. 33. Не трудно убедиться также в том, что и зола, во всех случаях, по отношению к числу щелоков, прошедших через нее, характеризуется тем же самым отношением, но в обратном порядке, т. е. 1:2:3:4:5:6:7:8:9:10.

Все сказанное показывает, что полученные нами щелока достаточно отвечают установившемуся процессу выщелачивания в аппарате Shanks'a.

¹⁾ Эта нумерация щелоков отвечает числу выщелачиваний, в которых щелок принимал участие.

Наша дальнейшая задача заключается в том, чтобы, во 1-ых, установить закон изменения концентраций щелоков, во 2-ых, определить химическим анализом содержание их и, в 3-их, полученные данные сравнить, как между собой, так и с результатами анализа золы, выщелоченной обыкновенным путем. Это даст нам возможность выяснить влияние методичности выщелачивания с одной стороны на скорость процесса, с другой—на качество готового продукта, поташа, в смысле обогащения или обеднения его углекислым калием (K_2CO_3).

Плотность каждого щелока, получаемого нами, измерялась ареометром Вё; все данные, относящиеся сюда, были указаны выше (см. схемы № 5, № 6 и № 7—курсивные цифры под чертой). Нас интересует лишь изменение концентраций щелоков, последовательно получаемых при выщелачивании в пяти последних стаканах, ибо зола в них, будучи выщелочена до конца, представляла собой ряд продуктов установившегося процесса.

Концентрация щелоков во всех пяти случаях изменялась совершенно закономерно, а имеющиеся отклонения объясняются, отчасти неточностью отсчетов ареометра Вё, отчасти тем, что наша работа, по необходимости, прерывалась на ночь. И хотя мы не оставляли на время перерыва щелоков в стаканах с золой, но, очевидно, всю жидкость из них извлечь было нельзя, а потому концентрация щелока, получаемого утром, показывала некоторый скачек вверх. Если же взять цифры, средние из пяти, то этим мы приблизимся к истинной картине изменений концентраций. Относящиеся сюда данные, а также средняя концентрация щелоков показаны в таблице VII.

Таблица VII.

№№ стака- канов. Число выщела- чиваний.	1'	2'	3'	4'	5'	Среднее.
	Плотность щелоков в градусах Вё.					
10	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
9	8,0	7,75	7,75	7,75	7,75	7,8
8	6,0	5,75	6,25	6,0	6,75	6,15
7	4,25	5,0	4,75	4,5	5,25	4,75
6	3,5	3,0	3,5	4,0	4,5	3,7
5	2,0	2,75	3,0	3,25	3,25	2,85
4	1,0	1,75	2,25	2,75	2,75	2,1
3	1,0	1,5	2,0	1,75	2,0	1,65
2	0,75	1,25	1,0	1,0	1,0	1,0
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Взяв за абсциссы номера щелоков (=число выщелачиваний), в которых щелок принимал участие и за ординаты—концентрации щелоков, выраженные в градусах Вё, мы графически получаем закон изменения концентраций, представленный на диаграмме № 2.

Эта диаграмма является характеристикой методического выщелачивания. Прежде всего мы видим здесь определенную закономерность, выражающуюся в плавности кривой. Ее характер (вогнутость) остается при этом неизменным. То небольшое отклонение, которое наблюдается в начале кривой (или, что тоже, в конце выщелачивания золы), есть, вероятно, случайное явление, возможно, результат ночного перерыва или неточности отсчетов ареометра Вё. В этом убеждает нас, с одной стороны, диаграмма № 3 концентраций щелоков, взятых для анализа, (ср. таблицу VI), в которой сказывается отсутствие среднего уравнивающего начала. В ней, как увидим, отклонение носит более

резкий характер. С другой стороны, диаграмма построенная на основании химического анализа, очевидно, дающего более точные данные, не дает никаких отклонений. Ниже мы приводим эти диаграммы, а также относящиеся к ним цифровые данные.

Переходя к результатам химического анализа, мы прежде всего должны сказать, что качественный анализ не дал нам указаний, несмотря на концентрирование раствора, на присутствие натрия, что находится в противоречии с данными анализов проф. Дементьева.

Из катионов, кроме K^+ , нами были найдены лишь Si^{++} и Al^{+++} . Присутствие последнего в печной золе совершенно естественно, а в щелочном растворе он образует растворимый алюминат. Из анионов нами были найдены SO_4^{--} , Cl^- и CO_3^{--} .

Содержание Si и Al в щелоках было настолько ничтожно, что мы сочли возможным, без ущерба для ценности результатов, ограничиться количественным определением SO_4^{--} , Cl^- и CO_3^{--} связывая их при подсчете с K . Исключение было сделано лишь для конечного щелока № 10 и при анализе золы.

Определение K_2CO_3 производилось титрованным раствором соляной кислоты ($\approx \frac{1}{10}$ норм.). Определение KCl производилось по Фольгарду оттитровыванием излишка $AgNO_3$ ($\frac{1}{10}$ норм.) роданистым аммонием при железно-калиевых квасцах в качестве индикатора и в присутствии HNO_3 . Определение K_2SO_4 производилось весовым способом при помощи $BaCl_2$. Во всех случаях взяты средние цифровые результаты из двух сходных аналитических определений. Результаты количественного анализа щелоков №№ 1—10 (ср. схему № 7 и табл. VI сведены в нижеследующую таблицу VIII).

Таблица VIII.

№№ щело- ков.	В г р а м м а х.				Сумма $K_2CO_3 +$ $+KCl +$ K_2SO_4	В п р о ц е н т а х.		
	K_2CO_3	KCl	K_2SO_4	$SiO_2 +$ $+Al_2O_3$		K_2CO_3	KCl	K_2SO_4
1	5.5216	0.0134	0.2576	—	5.7926	95.33	0.23	4.44
2	9.1224	0.0223	0.5325	—	9.6772	94.27	0.23	5.50
3	14.3369	0.0491	1.0007	—	15.3867	93.19	0.32	6.49
4	17.4574	0.0809	1.5623	—	19.1006	91.40	0.42	8.18
5	24.0922	0.0981	2.3397	—	26.5300	90.81	0.37	8.82
6	29.0800	0.1338	3.1007	—	32.3145	90.00	0.41	9.59
7	36.9539	0.1963	4.4808	—	41.6310	88.77	0.47	10.76
8	47.0550	0.2855	6.4359	—	53.7764	87.50	0.53	11.97
9	55.6190	0.3836	9.2857	—	65.2883	85.20	0.58	14.22
10	65.0488	0.5567	13.1101	—	78.7156	82.63	0.71	16.66
10 пол- ный анализ	65.0488	0.5567	13.1101	$0.1024 +$ $+0.2112$	79.0292 Ср. диа- грамму № 4.	82.42 $+SiO_2$ $+Al_2O_3$	0.70 0.13% 0.36%	16.59

В этой таблице просуммированы количества солей $K_2CO_3 + KCl - K_2SO_4$; пользуясь этими цифрами и взяв за ось абсцисс число выщелачиваний (=номера щелоков), за ось ординат содержание солей в щелоках, построим кривую, изображенную на диаграмме № 4.

Диаграммы №№ 2, 3 и 4 позволяют сделать заключение о скорости методического выщелачивания. Здесь имеют значение два фактора, действие которых взаимно противоположно. С одной стороны, по мере все большего и большего насыщения растворительная способность щелока уменьшается. С другой стороны, переходя из отделения в отделение, щелок встречает золу все менее и менее выработанную, благодаря чему скорость насыщения его увеличивается. Все три последние диаграммы показывают, что второй фактор является преобладающим, т. к. несмотря на возрастающее насыщение щелока солями, показатель изменения концентрации возрастает.

Мы уже указывали, что нами был сделан полный анализ щелока № 10 и растворимой части золы. Этим мы имели в виду с одной стороны выяснить влияние методического выщелачивания на качество получаемого продукта; с другой стороны, так как для анализа зола выщелачивалась горячей водой, то мы хотели выяснить, в чем заключается преимущество холодного выщелачивания перед горячим, ибо практика показывает, как говорит К. Г. Дементьев, что в первом случае получается продукт лучших качеств, чем во втором.

Анализ растворимой части золы. 100 гр. исследуемой золы от березовых дров выщелочены горячей водой; растворы сконцентрированы до 1000 к. см. Всего из 100 гр. золы растворимых веществ извлечено 15.5730 гр. или, что тоже, 15.57%; из этого числа 13.6146 гр. (13.61%) приходится на долю K_2CO_3 .

Результаты анализа золы в сопоставлении с данными полного анализа щелока № 10 сведены в таблицу IX:¹⁾

Таблица IX.

	K_2CO_3	KCl	K_2SO_4	SiO_2	Al_2O_3	Сумма	K_2CO_3	KCl	K_2SO_4	SiO_2	Al_2O_3
	гр.	гр.	гр.	гр.	гр.	гр.	%.	%.	%.	%.	%.
Щелок № 10 . .	65.0488	0.5367	13.1101	0.1023	0.2112	79.0292	82.42	0.70	16.59	0.13	0.36
Зола . .	13.6146	0.1695	1.7229	0.049	0.017	15.5730	87.43	1.08	11.07	0.31	0.11

Таблица IX не дает указаний на преимущество того или иного, горячего или холодного, выщелачивания; хотя в отношении Al_2O_3 и SiO_2 мы наблюдаем, что сумма их при холодном выщелачивании больше, но, очевидно здесь имеет значение высокая концентрация щелока № 10. Во всяком случае содержание этих примесей в щелоке № 10 и в растворимой части золы настолько незначительно, что едвали это обстоятельство может служить серьезным препятствием для применения более выгодного горячего выщелачивания.

Правда мы наблюдаем здесь также, что поташ из щелока № 10 значительно беднее углекалиевой солью (K_2CO_3), и, наоборот, богаче примесями, чем то отвечает содержанию их в золе, но, как увидим далее, это не стоит в связи с температурой выщелачивающей воды, а является результатом методи-

¹⁾ Во всех случаях взяты средние цифровые результаты из двух сходных аналитических определений. — Попытка определить плотные остатки не дала точных результатов вследствие гигроскопичности поташа. Поэтому все цифровые результаты отнесены в процентах к сумме солей, найденных нами при анализе.

ческого выщелачивания. В этом убеждает нас сравнительный анализ десяти вышеупомянутых щелоков, полученных холодным способом и различающихся лишь по концентрации.

Ниже приводятся результаты этих анализов в процентах (таблица X), а также даются диаграммы № 5, № 6 и № 7, координатными осями которых служат с одной стороны содержание солей в ‰, с другой стороны числа выщелачиваний, в которых щелока принимали участие.

Таблица X.

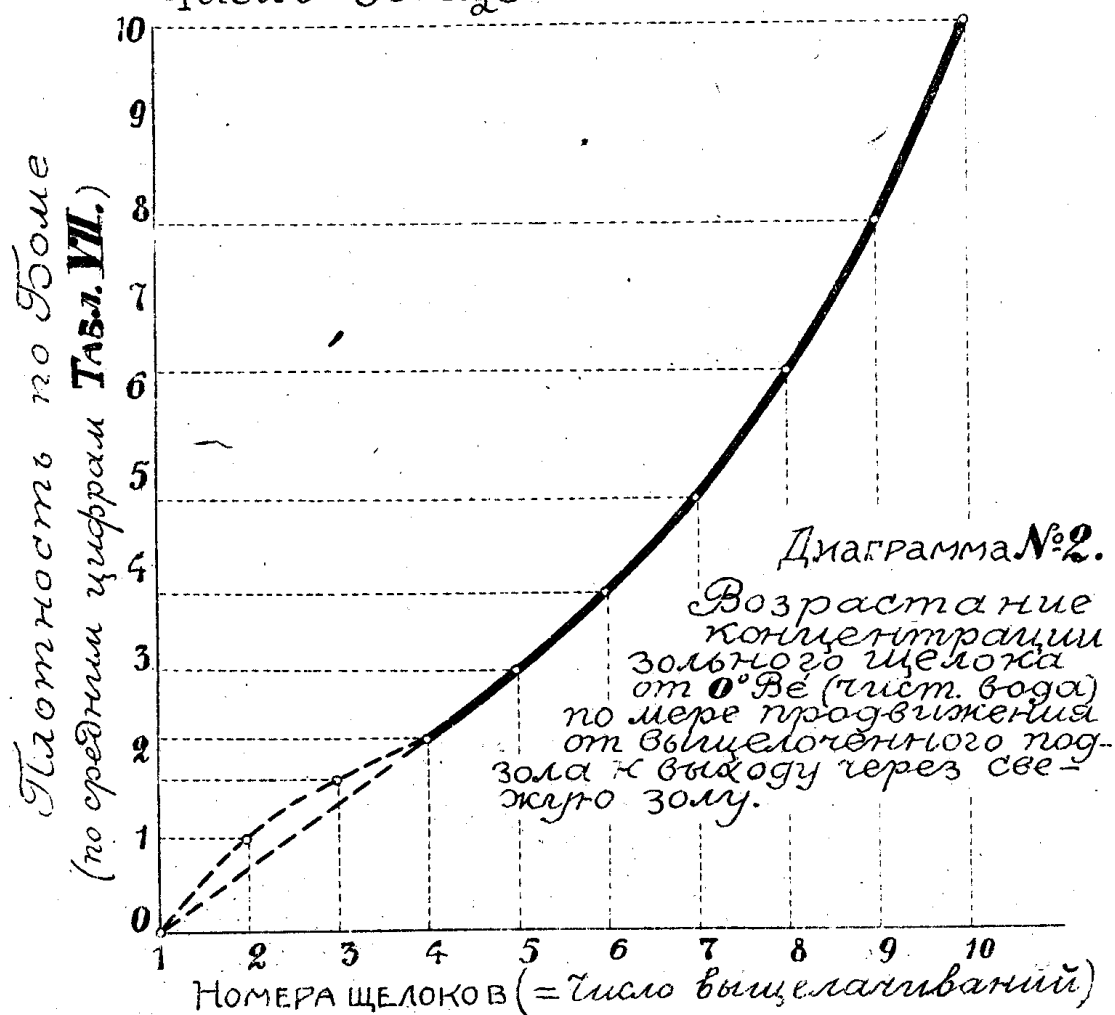
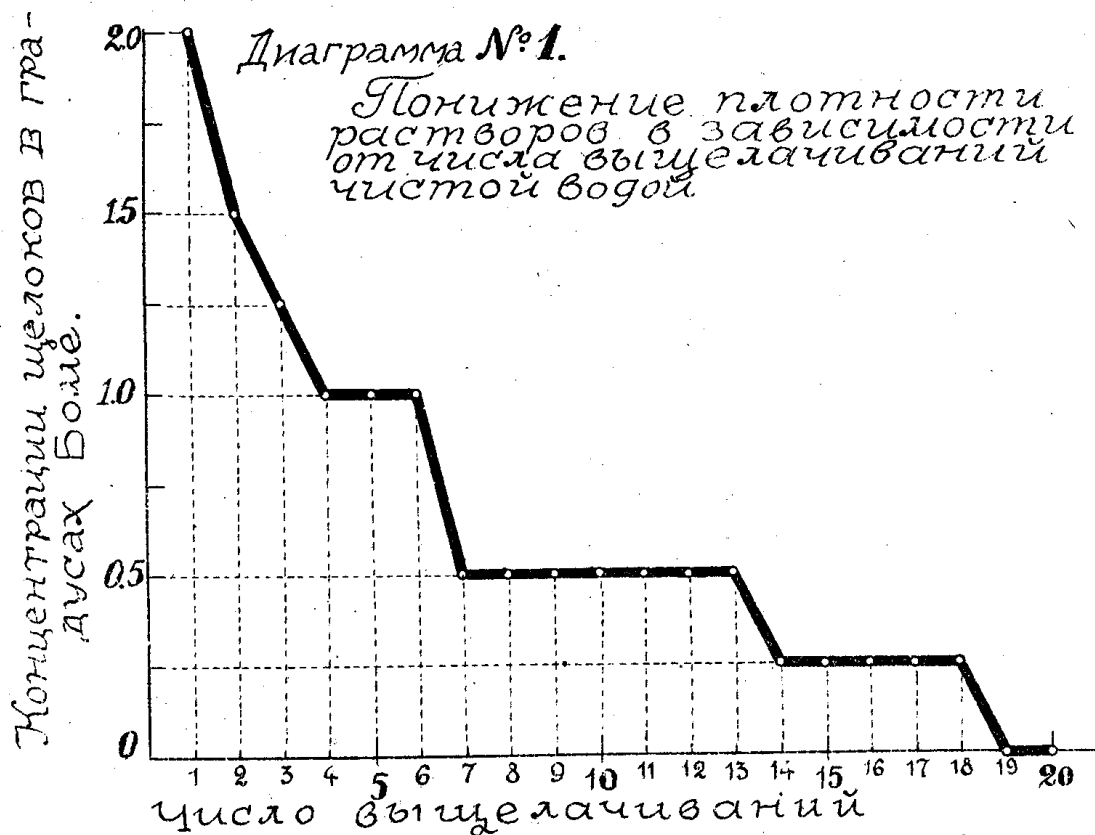
№№ щелоков.	K_2CO_3 ‰.	KCl ‰.	K_2SO_4 ‰.
1	95,33	0,23	4,44
2	94,27	0,23	5,50
3	93,19	0,32	6,49
4	91,40	0,42	8,18
5	90,81	0,37	8,82
6	90,00	0,41	9,59
7	88,77	0,47	10,76
8	87,50	0,53	11,97
9	85,20	0,58	14,22
10	82,63	0,71	16,66

Из рассмотрения этих диаграмм видно, что результаты анализа приводят нас к выводам, совершенно противоположным тем, что можно было ожидать. Мы предполагали, как это указывалось ранее, что по мере прохождения щелоков через ряд стаканов с золой и по мере, следовательно, увеличения их концентраций, содержание K_2CO_3 должно относительно увеличиваться, наоборот, процентное содержание KCl и K_2SO_4 должно уменьшаться;—это вытекает из растворимости этих солей. Мы надеялись благодаря этому получить в результате щелок, идущий на уваривание, обогащенный углекислым калием K_2CO_3 , иначе говоря, мы думали, что аппарат Shanks'a даст нам еще одно преимущество, более чистый, а, стало быть, и более ценный поташ. Действительность показала иное. Самый крепкий щелок, который и должен дать готовый поташ, оказался самым бедным по отношению к K_2CO_3 и самым богатым примесями KCl и K_2SO_4 . Наоборот, чистая вода, выщелачивающая остатки, дает щелок в процентном отношении наиболее богатый углекалиевой солью и с наименьшим содержанием примесей. Все промежуточные щелока показывают, что это не случайность, и проявляют в этом отношении определенную закономерность. В результате, как мы видели, конечный продукт оказывается худших качеств, чем то отвечает содержанию солей в золе.

Заключение. Сводя все вышесказанное, мы можем сделать следующие выводы:

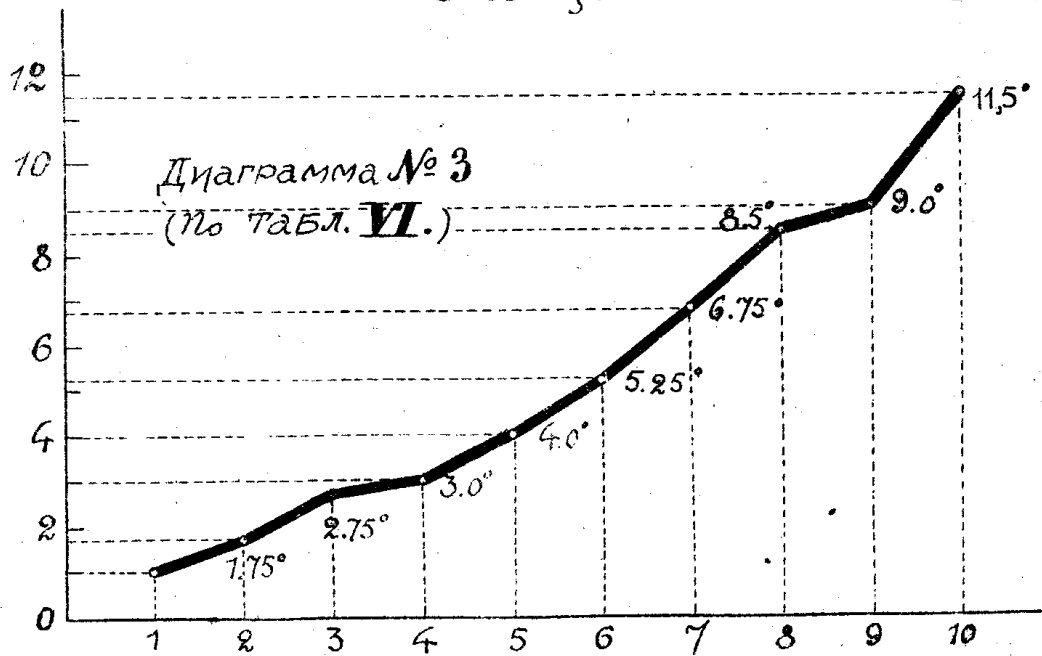
1) Выбранный нами интервал времени обжигания щелоков с золой, равный одному часу (в случае работы с ченксом это соответствует скорости протекания жидкости)—слишком мал (скорость протекания велика), ибо концентрация конечного щелока далека от необходимой концентрации в 25° Be.

Минаев, В. И.
О выщелачивании золы.

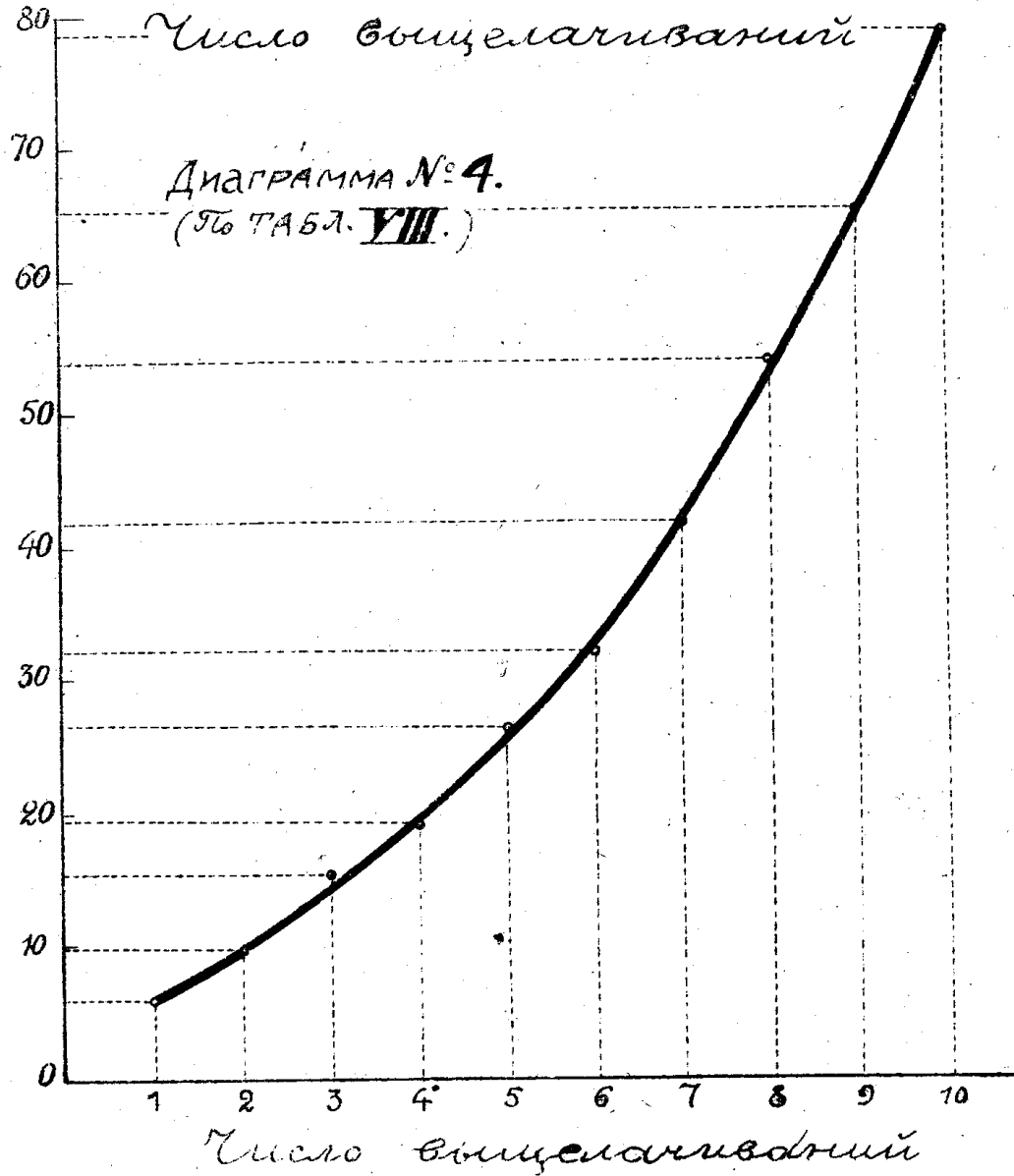


Микаев, В. И.
О выщелачивании золы.

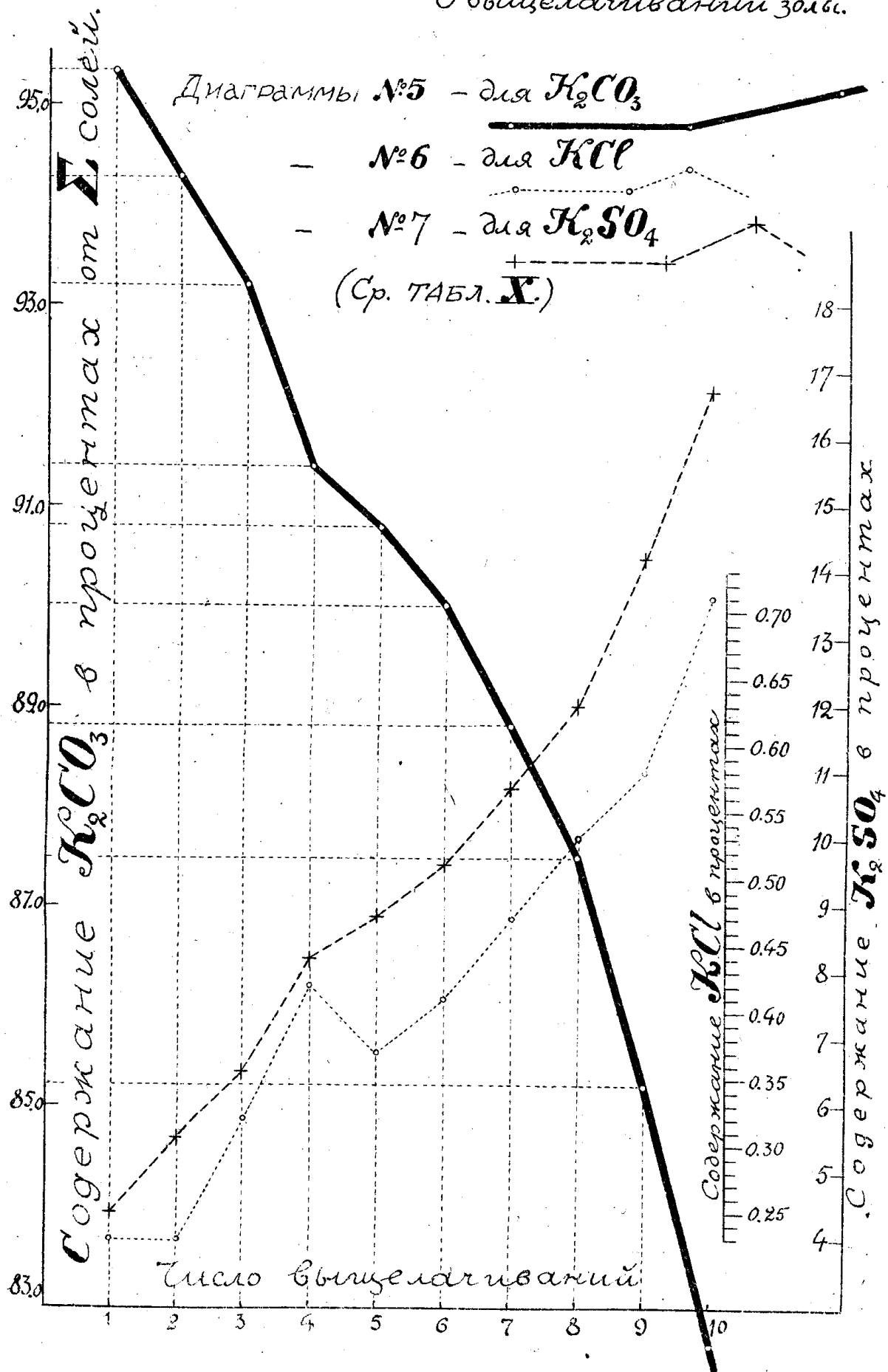
Плотность по Боме



Содержание солей в граммах



Минаев, В. И.
О выщелачивании золы.



2) В процессе методического выщелачивания щелока обогащаются примесями, что нужно отнести к недостаткам этого способа выщелачивания.

3) Исследование не дало указаний на те преимущества холодного выщелачивания перед горячим, что отмечены в технической литературе.

4) Благодаря большому расходу воды на смачивание золы в процессе происходит перерыв, который необходимо устранить.

В виду важности последнего вопроса, остановимся на нем подробнее и попытаемся найти способ избежать перерыва в работе. Для этого рассмотрим процесс, как он происходит при выщелачивании соды. Пусть мы имеем ченкс из шести отделений. Одно из них должно быть выключено из схемы, ибо оно подготавливается к следующей операции. Пусть это отделение будет 6-м. Мы берем, далее, тот момент, когда 1-ое отделение должно подвергнуться выщелачиванию в последний раз, а 5-ое только что загружено свежим плавом соды. Чистая вода, поступающая в 1-ое отделение, вытесняет из него щелок во 2-ое, щелок же из 2-ого отделения поступает в 3-е и т. д. В результате щелок из 4-ого отделения поступает в 5-ое на свежий плав. В следующий затем момент щелок из 5-го отделения, как готовый, должен пойти на уваривание; в тоже время щелок из 1-го отделения должен освободить его, чтобы можно было 1-ое отделение загрузить свежим плавом. Это достигается перекачиванием щелока во 2-ое отделение помощью насоса. Тогда к моменту включения в схему отделения 6-го, 1-ое свободно, а чистая вода поступает во 2-ое отделение. Дальше процесс повторяется. В данном случае мы не имеем никаких препятствий к операции перекачивания, ибо масса 1-ого отделения, уже выщелоченная, дает небольшой остаток, следовательно почти все отделение занято жидкостью.

Другое дело—при выщелачивании золы. Растворимых солей в золе (березовой) всего лишь 15,5%. Следовательно 84,5% всей массы остается в ченксе, связывая смачиванием большую часть воды. Очевидно, перекачиванием можно извлечь лишь небольшое количество жидкости, совершенно недостаточной для вытеснения конечного щелока из последнего отделения ченкса. В результате должен явиться тот перерыв, который и наблюдается в нашей работе.

Это затруднение, по нашему мнению, однакоже, легко обойти. Стоит лишь заменить перекачивание самого слабого щелока вытеснением его новой порцией чистой воды. Очевидно, тогда весь застрявший в 1-ом отделении щелок перейдет во 2-ое отделение, вытеснив в конце концов готовый щелок из последнего отделения. Чистую воду, заменяющую в данном случае насос, можно затем спустить через нижний кран, благодаря чему 1-ое отделение будет свободно от воды. Таким образом разница в процессе выщелачивания золы и содового плава заключается в том, что в первом случае через 1-ое отделение пропускается чистая вода два раза, при чем большая часть второй порции воды не может быть использована, оставаясь в смоченной золе. Иначе говоря, при выщелачивании золы расход воды будет значительно больше, чем при выщелачивании соды.

В заключение скажем еще несколько слов относительно постановки опыта. Не имея ченкса мы заменили его рядом стаканов и стремились при помощи их поставить процесс, приближающийся к процессу выщелачивания в аппарате Shanks'a. Это нам удалось. Но операции сливания и подготовки золы и щелоков требуют так много времени, что будет гораздо экономнее пользоваться при работе ченксом, хотя бы небольшого объема. Размеры его, однакож, должны быть достаточны, чтобы отбирание для исследования небольших порций щелоков не отражалось на процессе выщелачивания.