

Из заграничной литературы.

Контроль сульфатного процесса.

С. Мое, перевод с английского инж. К. В. Брейтвейт.

Предисловие.

В Европе сульфатному процессу более чем за тридцать лет предшествовал старый натронный способ, который применяется и теперь в Англии для варки травы эспарто. Сульфатный процесс патентован Dahl'ем в 1884 г., как измененный натронный способ варки целлюлозы, в котором потери соды возмещаются серно-кислым натрием—сульфатом. Условия варки регулируются в зависимости от желаемого характера продукта, т.е. целлюлозы отбелочной или небелящейся, так-называемой kraft-целлюлозы. Раньше крафт-целлюлоза подвергалась размалыванию на бегунах, однако, теперь этот способ оставлен, ввиду относительной неэкономичности. В настоящее время размол массы производится в роллах и мельницах Иордана, и мастера под именем „крафт“ понимают всякую сульфатную целлюлозу, сваренную не с целью последующего беления.

Преимущества крафт-целлюлозы для оберточных бумаг очевидны, так как желаемая крепость последних может быть достигнута с меньшими затратами, и соответствующим ведением процесса варки целлюлозы стоимость производства также уменьшается. Все это в связи с изобилием сосновой древесины, пригодной для крафт-целлюлозы, должно сделать сульфатный процесс производства целлюлозы не менее важным фактором в бумажной промышленности, чем широко в настоящее время распространенный сульфитный.

Настоящая работа имеет целью дать некоторые указания относительно систематического контроля производства, необходимого для рационального ведения сульфатного процесса.

Основные принципы сульфатного процесса.

При сульфатном процессе щепа варится под давлением со щелоком, состоящим из растворов различных натриевых соединений, из которых при обыкновенных условиях наиболее существенны следующие: едкий натрий— NaOH , сернистый натрий— Na_2S , углекислый натрий— Na_2CO_3 и серно-кислый натрий— Na_2SO_4 . Из них NaOH и Na_2S —активные агенты варочного процесса и дают при варке древесины растворимые органические натровые соли. После варки масса отделяется в промывных чанах от отработанных щелоков, которые затем выпариваются в прямо в или не прямо нагреваемых выпарителях.

Зыпаренный щелок подсушивается во вращающихся печах, а затем подвергается прокаливанию при высокой температуре в печах с дутьем, где все его органические вещества выгорают, оставляя углекислую соду, которая в расплавленном состоянии непрерывной красной струей вытекает со дна плавильной печи в расположенный ниже растворительный чан с водой или со слабыми промывными щелоками. В возмещение потерь соды, в процессе регенерации прибавляется серноокислый натрий. В плавильной печи углерод из черных щелоков восстанавливает Na_2SO_4 в Na_2S . Следующей ступенью в процессе регенерации является каустизация, в которой жженая известь CaO прибавляется к раствору и, соединяясь с Na_2CO_3 , образует NaOH и CaCO_3 (углекислый кальций), который, вследствие нерастворимости, отделяется от жидкости отстаиванием или фильтрованием. Полученный таким образом белый щелок, проделавший теперь полный кругооборот, снова готов для зарядки варочных котлов.

Чтобы во всякий момент производства можно было знать количества и крепость поступающих или уходящих из отделения в отделение щелоков, необходима такая система учета, при помощи которой могут быть контролируемы все существенные детали процесса.

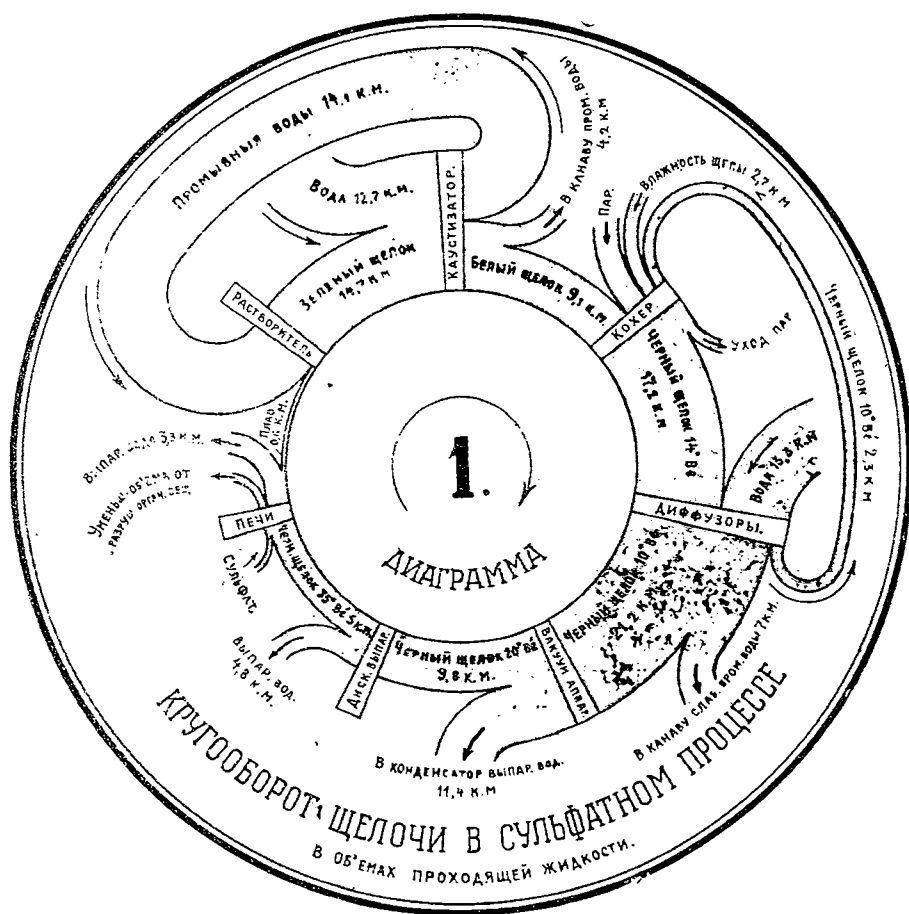
Для того, чтобы дать общую идею этой системы и тех цифровых величин, которые должны быть собраны, выработаны диаграммы I и II *). Эти диаграммы вычерчены в масштабе, показывающем объем жидкости и содержание в ней всех натриевых соединений в каждой стадии процесса, вычисленных на расход одной варки. В предлагаемой системе жидкости и сырые материалы измеряются или взвешиваются для каждой варки и анализируются в различных стадиях протекающего процесса. Полученные цифры помещаются на приспособленный для того отчетный бланк и суммируются к концу каждой недели, месяца или другой единицы времени, признанной для того удобной. Разделяя полученные суммы на число варок, сделанных в продолжение этого времени, получают средние цифры на одну варку. Если эти цифры представить в виде диаграмм на клетчатой бумаге, то всякие изменения, влияющие на ход процесса, могут быть тотчас замечены, если поместить две последовательные диаграммы одну за другой.

Можно возразить, что запись производственного процесса, так мелко проводимая, как это предлагается, была бы непрактична, или, наконец, результаты не окупали бы необходимого для того труда и расходов. Я постараюсь показать, что почти для каждого завода без больших затруднений возможно организовать такой порядок, при котором показательные цифры могут быть получены без больших расходов и верно, если только во главе каждого отделения имеются действительно интеллигентные работники, и за расходованием материалов наблюдает химик или технически образованный смотритель;

*) Диаграммы переработаны Редакцией.

точно так же всякий новый завод может быть легко спроектирован применительно к такому порядку. Тщательное изучение диаграмм I и II убедило бы всякого в выгоде этой системы, так как, например, целый ряд неправильностей регенерационного процесса может быть прослежен вплоть до обнаружения их причин, что облегчит нахождение верного средства для их устранения.

Необходимо, однако, помнить, что приводимые ниже цифры не должны рассматриваться, как нормы. Они, хотя и составлены по практическим данным, но служат только для иллюстрации выводов автора.



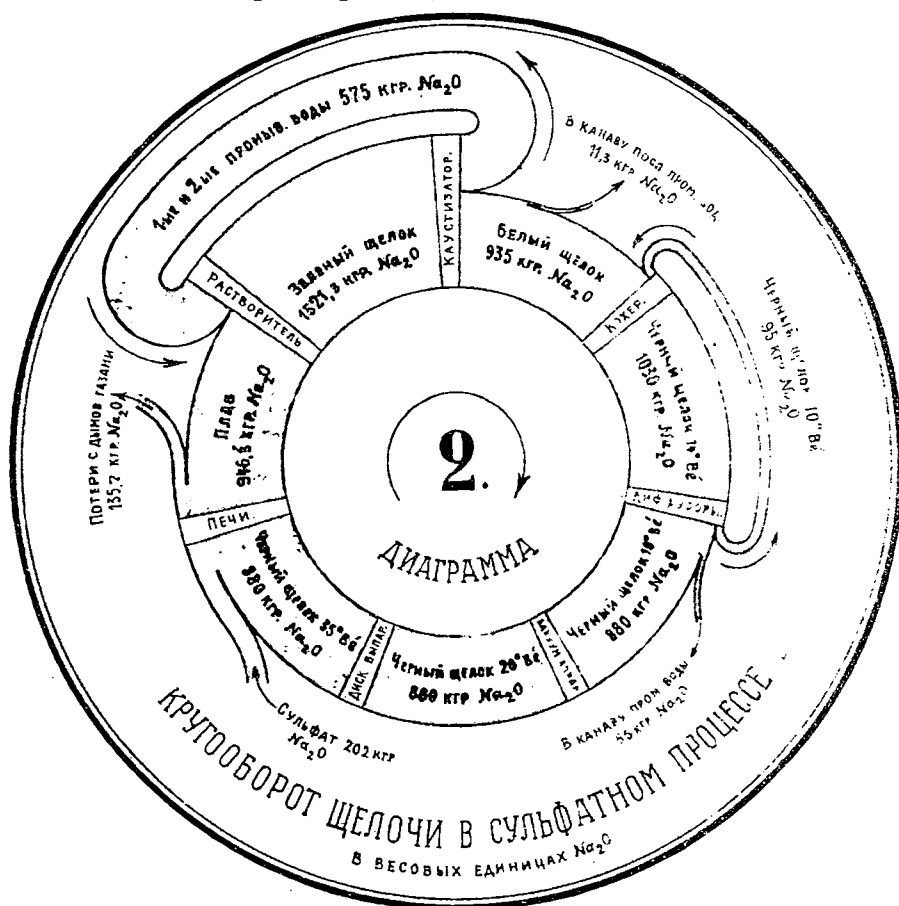
При анализе щелоков признано более удобным перечислять различные натриевые соединения на одно какое-либо основание, например, Na_2O , NaOH , Na_2CO_3 . Этот метод упрощает таблицы для всех количеств соды, проходящих через процесс. В наших примерах за основание принято Na_2O .

В а р к а.

В вычислении точного количества белого щелока, необходимого для варки, достаточно знать наличное количество активных варочных агентов NaOH и Na_2S . Это может быть легко и скоро опре-

делено, после осаждения углекислых солей хлористым барием, путем титрования нормальным раствором кислоты, употребляя метил-оранж в качестве индикатора. Определив этим титрованием число килограммов $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$, находящихся в куб. метре щелока, и деля на это число сумму химикалий, назначенных в расход на варку, определяют потребный объем щелока, выраженный в куб. метрах. Многие заводы добавляют некоторое количество черного щелока, чтобы задать требуемый объем жидкости в котел.

Для каждой варки, кроме суммы всей активной щелочи в белом



щелоке, должна быть определена пропорция между NaOH и Na_2S , а также количество Na_2CO_3 , что и производится следующим образом. Пипеткой берется 20 куб. см. щелока и переносится в литрованную колбу, емкостью 250 к. с., прибавляется хлористый барий в достаточном количестве для осаждения всех присутствующих карбонатов, колба дополняется водой до черты, содержимое тщательно смешивается сильным вращательным движением и оставляется отстаиваться.

а) Не ожидая отстаивания осадка углекислого бария, берут пипеткой 2 куб. см. щелока и переносят в стакан или коническую колбу подходящего размера, разбавляют несколько водой, прибавляют

несколько капель раствора метил-оранжа и титруют из бюретки нормальным раствором кислоты, пока содержимое не примет розовой окраски. Нормальный раствор кислоты готовится разбавлением дистиллированной водой химически чистой соляной кислоты в такой пропорции, чтобы 1 литр нейтрализовался 2,738 гр. химически чистого углекислого натрия— Na_2CO_3 . Каждый 1 куб. см. этой кислоты, израсходованный для только что описанного титрования, соответствует содержанию в одном кубическом метре щелока 10 килограммов всех щелочей— $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{CO}_3$, перечисленных на Na_2O .

б) Na_2S определяется титрованием аммиачным раствором азотно-кислого серебра, который готовится так: 8,7 гр. химически чистого азотно-кислого серебра— AgNO_3 растворяют в дистиллированной воде, раствор выливается в литровую колбу, прибавляется крепкий аммиак, пока бурый осадок, образующийся вначале, не растворится вновь, после чего колба дополняется до черты водой. Раствор после хорошего перемешивания готов для употребления. Если взять подобно предыдущему 2 куб. см. щелока, то каждый куб. см. потраченного раствора серебра соответствует 10 кгр. Na_2S в 1 куб. метре щелока, перечисленным на Na_2O . Детали манипуляции упрощенного метода следующие: 2 куб. см. испытуемого щелока выпускаются из пипетки в стакан емкостью около 300 куб. см. без какого-либо разбавления водой, прибавляется из бюретки некоторое количество азотно-кислого серебра, так близко к моменту насыщения, как можно это определить из общих знаний состава щелока. Содержимое стакана быстро и сильно встряхивают, вследствие чего черное сернистое серебро отделяется в плотный ком от прозрачного раствора. Если при прибавлении капли серебряного раствора образуется тяжелый осадок в месте контакта капли с прозрачным раствором, прибавляют еще несколько капель, стакан опять встряхивают, эти приемы повторяются, пока прибавление капли серебра произведет только легкое облако в прозрачном растворе. Если стакан держать над белым листом бумаги, конец титрования может быть легко определен этим методом с точностью до одной капли даже неопытным в химических манипуляциях оператором.

После встряхивания, как раньше, незначительное количество тонкого черного осадка будет равномерно распределено под прозрачным раствором, и следующая капля из бюретки, вместо образования легкого темного облака, будет оставаться прозрачным бесцветным пятном, окруженным легко различимым осадком в слабо буроватом растворе. Если серебряного раствора прибавить в избытке, все серебро будет равномерно размещено по раствору, и никакое встряхивание не заставит собираться его в комья.

с) Когда эти два титрования окончены, содержимое 250 куб. см. колбы отставляется в сторону, пока отстоится в достаточной мере для третьего и последнего титрования. Из достаточно чистого раствора берут пипеткой 25 куб. см., не тревожа осадка (если пипетку закрыть кончиком языка при вынимании), переносят в стакан или колбу и

титруют тем же раствором соляной кислоты с метил-оранжем, как и в случае (а). Число куб. см. потраченной кислоты, разделенное на 10, указывает килограммы $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$ в одном куб. метре щелока, перечисленные на Na_2O .

Каждые из трех выше исчисленных составных частей естественно будут найдены по следующему: $\text{NaOH} = c - b$, $\text{Na}_2\text{S} = b$, $\text{Na}_2\text{CO}_3 = a - c$. Истинное количество этих составных частей может быть легко найдено умножением каждого соответственно на их собственный эквивалентный вес, что для Na_2CO_3 есть — 53, для NaOH — 40, для Na_2S — 39, а каждый продукт, разделенный на 31, эквивалентен весу для Na_2O . Д-р Отто Кресс предложил непрямой метод определения Na_2S в белом щелоке, который по своей простоте весьма пригоден для ежедневного определения при загрузке котла, так как можно употреблять только один титровальный раствор из одной и той же бюретки для всех трех вышеперечисленных определений.

Приспосаблиясь к настоящей системе, в этом случае поступают следующим образом: 25 куб. см., взятые из прозрачного раствора над бариевым осадком в 250 куб. см. колбе, титруются раствором кислоты со спиртовым раствором фенолфталеина. Число куб. см. потребной кислоты до исчезновения розовой окраски записывается и указывает $\text{NaOH} + \frac{1}{2}\text{Na}_2\text{S}$. Титрование затем заканчивается с метил-оранжем, как индикатором по вышеописанному. Понятно, что разность между этими двумя титрованиями, умноженная на два и разделенная на 10, укажет килограммы Na_2S в одном куб. м. щелока, перечисленные на Na_2O . Для проверки, когда важна точность, рекомендуется прямой метод определения.

Мастер варочного отделения должен иметь книгу для записи результатов титрования и других данных, касающихся каждой отдельной варки. Это может быть удобно сделано согласно схемы таблицы I, в которой приведены цифры для пояснения. В этой таблице варщик мог бы заполнять столбы №№ 1—3, 8—13, 26—28, 32—40, 44, 45, 50 и иногда 51. Его не следует обременять никакими вычислениями, кроме определения потребного количества куб. метров черного щелока, что делается путем простого вычитания. Для этого он может быть снабжен таблицами, показывающими куб. метры белого щелока, потребные для данного расхода действующей щелочи и заключающими возможный ряд титрационных результатов под знаком (с). Отпуск из запасных чанов белого и черного щелока может измеряться поплавком или водомерным стеклом, число куб. метров прямо указывается на внешней шкале, которая может быть разделена на деления по 0,1 куб. м. Различные вычисления, требуемые для заполнения остающихся колонн таблицы I, и другие конторские работы, о которых упомянем ниже, делаются молодым конторщиком, проходящим по различным отделениям каждое утро. Книга должна находиться в варочном отделении, а копии на отдельных листах подшиваются в конторе.

Запись в варочном отделении.

Таблица I.

Число, мес., год.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
-------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Количество Na_2SO_4 не может быть удобно определяемо для каждой варки, так как определение это берет слишком много времени и требует более искусственных манипуляций, чем это может быть сделано обыкновенным варщиком. При хорошо регулируемых операциях количество Na_2SO_4 должно быть незначительным и, сравнительно, постоянным и может проверяться аналитическими определениями в лаборатории раза два в неделю. Описание деталей определения можно найти во всяком руководстве по химическому анализу.

Что касается „степени каустизации“, помещаемой в колонне 23 таблицы I, то обыкновенно на скандинавских фабриках этим термином обозначается пропорция между активной и общей щелочностью. При этом способе сульфид рассматривается, как едкая щелочь. По мнению автора определение пропорции между NaOH и $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{CO}_3$ имело бы большую практическую ценность для помещения в таблице, ибо это имеет прямое отношение к процессу каустизации, который должен быть соответственно регулируем.

Термин сульфидность (sulphidity), имеющийся в таблице I в колонне 24 заимствован из статьи Генри, Е. Сюрфас и Роберта Е. Купера „О пригодности длиннохвостой сосны для целлюлозы“, напечатанной в Bull. of Dep. Agric. № 72, хотя ему придано там другое значение. В упомянутой статье „сульфидность“ щелока определяется, как выраженное в Na_2O процентное отношение Na_2S к сумме всех имеющихся натриевых соединений. В настоящей же статье этот термин указывает выраженное в Na_2O процентное отношение Na_2S к активной щелочи $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{S}$. Справедливость этого должна быть ясна. В варочном процессе считается только активная щелочь. Изменения других натриевых соединений между довольно широкими пределами несущественны. Изменения же пропорции между NaOH и Na_2S оказывают значительное влияние на качество получаемой целлюлозы, на время, потребное для варки, и на общий расход необходимой активной щелочи для определенного рабочего давления. Таким образом, если изменения перечисленных данных будут регулярно и систематически записываться, то получатся ценные сведения для мастера.

Целесообразно ввести еще один новый термин под названием „процент превращения“. Его можно определить, как выраженное в Na_2O процентное отношение Na_2S к сумме сульфида и сульфата $\text{Na}_2\text{S} + \text{Na}_2\text{SO}_4$, находящихся в щелоке. Другими словами, это указывает пропорцию сульфата, превращенного в плавильной печи и измененного каким-либо окислением, которое могло иметь место в растворе до момента производства анализа.

Содержание соды в черном щелоке может быть определено по его плотности. Должен быть сделан химический анализ щелока различной плотности, затем составлена таблица, основанная на этих анализах, показывающая килограммы Na_2O в куб. м. при различных концентрациях.

Непосредственное определение натриевых соединений в черном щелоке производится следующим образом: некоторое количество щелока (скажем 5–10 куб. см. в 20°С) помещаются в маленькую фарфоровую чашку. Щелок не измеряется об'емно, но взвешивается на аналитических весах в закупоренной склянке или между двумя притертыми часовыми стеклами, и об'ем вычисляется из веса и удельного веса, так как это дает гораздо более точные результаты, чем измерения пипеткой или бюреткой. К щелоку прибавляется соляная кислота в избытке; потом все выпаривается до-суха и сжигается при темно-красном калении. При этом процессе все натриевые соединения, исключая сульфата, превращаются в хлористый натрий. Соли вымываются из остатка в выпаривательной чашке, раствор фильтруется, выпаривается до подходящего об'ема и титруется полунормальным раствором азотно-кислого серебра с хромово-кислым калием, как индикатором. Конечно, важно, чтобы всякая частица хлористого натрия была вымыта из угольного остатка. Некоторое количество его имеет тенденцию прилипать к фарфоровой чашке, и я нахожу практичным легко потирать маленькй стеклянной палочкой, согнутой с одного конца соответственно кривизне чашки, и повторно промывать малыми количествами горячей воды, пока фильтрат не перестанет давать реакцию с азотно-кислым серебром.

Берут другую порцию щелока и, обработавши тем же способом, определяют серно-кислый натрий весовым или об'емным способом при помощи хлористого бария. В этом случае берут преимущественно большую порцию щелока, так как количество сульфата, как правило, сравнительно мало.

Результаты двух определений, изображенные в единицах веса на единицу об'ема, например, грамм на литр, вычисленных на то же основание, NaOH , Na_2S , Na_2CO_3 , какое бы ни было из них принято, складываются вместе.

Количество всех твердых веществ в щелоке определится путем высушивания небольшой порции при 105°С, до постоянного веса, что может занять пару дней, и количество воды вычисляется из потери веса при процессе высушивания.

Вычисление содержания соды в данном об'еме черного щелока данной плотности из известного содержания соды в об'еме черного щелока другой плотности может быть основано на следующих принципах: предположим, мы имеем щелок уд. веса 1,152 известного состава и знаем, что он разведен 10% воды. 1 литр первоначального щелока весил бы 1152 гр. Один литр разведенного щелока содержал бы 90% первоначального щелока (900 куб. см.), весящих $90/100 \times 1152 = 1036,8$ гр. и 100 куб. см. воды, весящих 100 гр. Вес одного литра или 1000 куб. см. разведенного щелока равен таким образом — $1036,8 + 100 = 1136,8$ гр., следовательно, уд. вес разведенного щелока—1,1368.

Задача эта, следовательно, может быть выражена общим путем следующей формулой: $(1) \frac{D(100-p)}{100} + \frac{p}{100} = d$, где D — является уд. весом жидкости более тяжелой, d — уд. вес более легкой жидкости и p — процент разведения.

Определяя из формулы (1) величину p , получим:

2) $p = \frac{100 D - 100 d}{D - 1}$. Заменяя уд. вес в последней формуле соответственно градусами Боме, можно окончательно упростить ее следующим образом:

3) $p = \frac{100 f (N - n)}{N (f - n)}$, где N — градусы Боме жидкости более тяжелой, n — градусы Боме более легкой жидкости и f — специальный коэффициент Боме, который имеет величину — 145 в случае американского Боме и 144,3 в случае рациональной скалы Боме.

Положим, проба черного щелока 14° Боме анализирована и содержание Na_2O в куб. м. равно 60 кгр. и на этом основании выработана таблица, показывающая состав для различных концентраций от 40° Боме и ниже. Процент разведения относительно 40 и 14 градусных щелоков, согласно формулы (3), употребляя рациональный коэффициент, будет определен = 71,9. Соответственно, 100 куб. м. 14° щелока, можно сказать, содержат 28,1 куб. м. 40° щелока и 71,9 куб. м. воды. 28,1 куб. м. 40° щелока содержали бы $100 \times 60 = 600$ кгр. Na_2O , которые равнозначны — $600 : 28,1 = 21,3$ кгр. в 1 куб. м. Процент разведения относительно 40° и 39° щелока будет 3,4, здесь должно быть 96,6% от 21,3 = 20,6 в куб. м. 39° щелока. Таким образом содержание Na_2O , выраженное в килограммах на куб. м., может быть найдено для всякого промежуточного градуса Боме или его дробя вплоть до нуля.

Таблица указанного типа может быть время от времени исправляема, если бы были какие-либо значительные изменения в пропорции между общим количеством твердого остатка и общим содержанием натриевых соединений в щелоках.

Для учета поступающей в переработку древесины, иногда возможно взвешивать зарядку щепы для каждой варки путем непосредственного взвешивания воронок, помещенных над котлом. Однако, такое устройство в большинстве случаев может оказаться невозможным из-за дороговизны конструкции. Приблизительный вес легко получить косвенно следующим образом: во время каждой загрузки котла отбираются несколько корзин щепы; щепу эту собирают в большой жестяной чан с плотно пригнанной крышкой. Содержимое его измеряется и взвешивается один раз в день. Из объема котлов и числа сделанных варок этим путем можно вычислить общий вес сырой щепы, загруженной в 24 часа. Щепа затем высыпается на пол,

*) $f = \frac{D \cdot N}{D - 1} = \frac{d \cdot n}{d - 1}$, для жидкостей тяжелее воды. *Примеч. редакции.*

хорошо перемешивается, берется образчик килограмма в два для определения влажности. Это может быть сделано подобно обычному способу для взятия пробы угля. Щепа рассыпается ровно по полу в круглую кучу. Два противоположных 90° сектора удаляются, остающаяся половина смешивается и снова рассыпается по кругу, эта процедура повторяется, пока останется желаемое количество. Щепа затем высушивается при 52°C до постоянного веса. Данные, относящиеся к щепе, могут быть помещены в рапорте варщика в строке с последней варкой, с которой взят образчик.

Невозможно составить полный баланс всего вводящегося и всего выходящего из котла, так как здесь имеется одна неизвестная величина — количество затраченного острого пара и количество его, удаляемое при понижении давления и при выдувке содержимого. Количество соды в черном щелоке, выходящее с массой, может быть принято равным количеству, вводимому с загрузкой, так как потери летучих натриевых соединений в спускаемых при понижении давления парах имеют место в незначительной мере. В случае, если котел был загружен жидкостью сверх известного объема, может случиться некоторая потеря щелока, увлеченного механически с паром. Однако, это может быть легко открыто по буроватой окраске выпускаемого пара и щелочному дождю в непосредственной близости варочного отделения. Предположив, что нет потерь в этом направлении, мы имеем, согласно принятым примерам, 935,8 кг. Na_2O в белом щелоке для загрузки и 94,34 кг. Na_2O в черном щелоке, тогда в отработанном щелоке должно быть 1030,14 кг. Na_2O . Если плотность его 8,5 Боме, при 93°C , это будет соответствовать 14° Боме при 15°C .

Принимая черный щелок этой плотности содержащим 60 кг. в куб. м., получим объем черного щелока, выгруженного с массой из котла, равным $1030,14 : 60 = 17,17$ куб. м. (см. табл. II).

Таблица II.

Балансовый лист варочного котла.	
Введено.	Получено.
9,1 куб. м. белого щелока = 935,8 кг. Na_2O	17,19 куб. м. 14° черного щелока = 1030,14 кг. Na_2O .
2,26 куб. м. черного щелока = 94,34 кг. Na_2O	
2,72 куб. м. воды в щеле.	
3,11 куб. м. конденсат. воды.	17,19 куб. м. всей жидкости = 1030,14 кг. Na_2O .
17,195 куб. м. всей жидкости = 1030,14 кг. Na_2O	

Другие графы в табл. I, касающиеся количеств загрузок котла, должны быть заполняемы еженедельно, ежемесячно или через какие-либо другие интервалы, а суммы записываться в специально составленный рапортный бланк вместе с другими данными, о которых будет сказано дальше.

(Окончание следует).