

ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ.

Новый аппарат для приготовления бисульфитных растворов.

При производстве целлюлозы по сульфитному способу требуется, как известно, большое количество раствора бисульфита кальция или магния с некоторым избытком свободной сернистой кислоты. С самого начала изобретатели этого способа стояли перед необходимостью производить этот раствор непосредственно из газов, получаемых при обжиге серы или колчеданов. Эти газы из современных колчеданных печей содержат 8—9% SO_2 , а лучшие печи для обжига серы дают до 15—16% SO_2 . Таким образом, приходится работать с сернистым газом, разбавленным большими количествами азота и кислорода, затрудняющими получение более крепких растворов сернистой кислоты, так как поглощаемость определяется не только коэффициентом растворимости, но и парциальным давлением этих газов. И, чтобы получить раствор достаточной для варки дерева крепости, необходимо связывать сернистую кислоту с основаниями (что, как известно, необходимо и для самого процесса варки, так как способ Pietet на практике не осуществим). С экономической точки зрения здесь может идти речь только об известии или в некоторых случаях о магнезии, так как щелочные металлы могли бы применяться только при условии их регенерации из отработанных щелоков, как это имеет место при натронном способе. Кальций и магний могут быть употребляемы, для этой цели, или в виде солей углекислоты, или в виде гидратов. Очевидно, что желаемое поглощение сернистого ангидрида из печных газов должно совершиться легче с гидратами, так как при применении известняков и магнезитов SO_2 должен сначала соединиться с водой, чтобы потом вытеснять углекислоту, а растворенный и взвешенный гидрат, встречаясь с сернистым ангидридом, присоединяет его непосредственно. Зато, с другой стороны, известняки, доломиты и магнезиты находятся в природе в готовом для употребления виде, между тем как окиси необходимо приготовить посредством обжига.

Поэтому понятно то, что мы видим с самого возникновения сульфитного способа, как параллельно развиваются, для приготовления раствора сернисто-кислого кальция, два способа, основные черты которых состоят в том, что один употребляет известняк или доломит

в высоких башнях, орошаемых водой, через которые, по принципу противотока, проходят печные газы,—другой смешивает эти газы в аппаратах с гидратом кальция, распределенным в воде.

Не вдаваясь в подробности исторического развития этих способов, я хочу, что касается башенного способа, отметить только, что на мой взгляд он сохранил до сих пор все характерные черты, которыми обладает со времен Митчерлиха. Появились действительно некоторые разновидности, как, например, ломанные и камерные башни, отличающиеся тем, что башня разложена на несколько низких башен или камер. Но эти конструкции, сколько мне известно, не получили распространения, между тем как башни Митчерлиховского типа, более усовершенствованные, в форме так называемой однобашенной системы (Einturmsystem Anton Kuhn) получили широкое применение, в особенности в Германии, так что Anton D. I. Kuhn считает их отличительным признаком целлюлозной фабрики (Das Wahrzeichen jeder Cellulose fabrik).

Но последнее усовершенствование сделано в башне Митчерлиха целлюлозным специалистом G. D. Ienssen'ом в Америке.

В этой последней форме она завоевала себе много сторонников не только в Соединенных Штатах, где до этого времени преобладал известково-молочный способ, но и в других странах, наприм., в Швеции, Норвегии, Бельгии, Швейцарии и даже в Германии—на целлюлозной фабрике „Ашафенбург“.

Известково-молочные способы, повидимому, не получили такого удачного развития, по крайней мере в доступной мне литературе нет относящихся к этому вопросу данных. G. Witham в своей книге „Modern Pulp and Paper Making“ 1920 г. считает способы Stebbins, Burgess и Barker одними из самых совершенных устройств этого рода. Способы Stebbins и Burgess уже с 1900 года употребляются в Америке, и можно было бы ожидать, что они долголетним опытом получили значительные технические усовершенствования, однако, судя по описаниям G. Witham'a, они сохранили свою первоначальную конструкцию.

Witham считает главными отрицательными сторонами этих аппаратов их малую производительность, частое загипсование при недоступности к быстрой очистке, большой расход силы на просасывание газа чрез известковое молоко и его механическое размешивание и, наконец, необходимость обжигания известняка. В силу этого он всецело дает предпочтение башенному способу и сообщает, что 50% всех заводов, работавших по известково-молочному способу, перешли к башням.

Таким образом, казалось бы, что окончательная победа башенному способу обеспечена. Но, анализируя этот вопрос более подробно, можно прийти и к другим выводам, дающим и известковому способу некоторое право гражданства.

Несмотря на все усовершенствования, которые произведены над башнями, все же нельзя избежать некоторых недостатков, которыми они обладают по существу.

Даже такие сторонники башен, как G. Witham и Anton Kuhn отзываются отрицательно про первоначальные башни Митчерлиха и Кельнера. Первый из них буквально говорит: „The engineering difficulties connected with the construction and maintenance of towers were so numerous and so formidable that the earliest types of towers such as those designed by Mitscherlich, Ritter and Kellner were largely abandoned in favor of the milk of lime system¹⁾. Anton Kuhn кончает свою критику этих башен словами“: Auf die weiteren Schwierigkeiten, die solche Türme bieten, will ich hier nicht eingehen; auf jeden Fall sind sie derart, dass man sich, hat man Besseres kennen gelernt, nicht gern mehr daran erinnert²⁾.

К этим словам и я мог бы еще дать некоторую иллюстрацию из своей практики, но я полагаю, что всякий, работавший с этими башнями, достаточно знаком с их отрицательными качествами, и хочу только отметить, что я не шел по пути усовершенствования Митчерлиховских башен, а тоже искал спасение в известково-молочном способе, как это выше указано в цитате из книги G. Witham.—От башенного способа я тогда отказался, считая некоторые недостатки его неисправимыми.

Главным недостатком является то обстоятельство, что процесс в башне никогда нельзя точно регулировать; внутри длинной шахты, наполненной известняком (будь он даже идеального качества) происходят стихийные явления, независимые от нашей воли.—Куски известняка, по мере разведения их кислотой, меняют свою форму, ложатся плотно друг к другу, мешая тяге. Часто при своем опускании по башне они образуют своеобразные конфигурации, по которым падающая сверху вода промывает себе каналы, которые она заполняет полностью, между тем как газ идет другой дорогой, мало или совершенно не орошаемой водой.—Последствия этих роковых явлений известны, и я не буду на них останавливаться. Но не следует забывать, что далеко не все местности, удобные для постройки целлюлозных заводов, обладают также известняками, подходящими для наполнения кислотных башен. От известняка требуется, чтобы он, при достаточной растворимости в сернистой кислоте обладал достаточным сопротивлением, чтобы выдерживать давление лежащего над ним столба камня. При этом нужно еще иметь в виду, что некоторые известняки обладают весьма странным свойством распадаться в мелкие куски и шлам, когда на них начинает действовать даже слабая кислота. В моей практике наблюдались известняки (с реки Сухоны выше Тотьмы), стойкость которых против кислоты выражалась цифрами 24 и 4, если нормальную стойкость обозначать цифрой 100.—Работа на таком известняке, разумеется, совершенно не возможна. G. Witham сообщает, что известняки, содер-

¹⁾ G. Witham, „Modern pulp and paper making“ 1920,

²⁾ Zellstoff u. Papier, 1922 № 4, стр. 90.

жащие более 8—10% магнeзии обуславливают изменение конструкции башни „Jenssen'a“, так как они образуют много шлама, и для той же производительности (не сказано какой) требуется вместо двух башен четыре.

Теперь спрашивается: удалось ли при усовершенствовании башен устранить эту их фатальную особенность?

Для того, чтобы об этом судить, и предполагая, что не всем еще известны отличительные стороны башни „Jenssen'a“, я приведу в сжатой форме описание ее по данным „Witham'a“.

Система „Jenssen'a“ состоит из двух между собою соединенных турм, под'ема для известняка и бака для воды над башнями. Между башнями находятся соединительные газовые трубы.

Способ работы следующий: Газы вдавливаются эксгаустером в первую турму, а потом через соединительную газовую трубу поступают в нижнюю часть второй турмы, и, по прохождении ее, отводятся в атмосферу. Вся вода поступает во вторую турму, и полученный слабый раствор накачивается на первую турму, где уже получается готовая кислота. После трехдневной работы направление газа меняется таким образом, что вторая турма становится первой, а первая становится второй. Та турма, которая работает второй, может быть дополнена известняком.

Переключение турм производится быстро и не причиняет остановки в работе.

Сообщение Hugo Lauber'a¹⁾ о башне Jenssen'a содержит только выше приведенные данные, так как Ашафенбургские башни были в то время еще в постройке, инж. Н. Lember производственных данных еще не имел, какие, насколько мне известно, и до сих пор, не опубликованы. Только в журнале „Zellstoff und Papier“ № 5, 1923 г. стран. 114 мы узнаем следующие подробности их оборудования:

„Вся постройка сделана из пустотелых бетонных кирпичей (offene Betonformsteine) и состоит из трех цилиндрических турм с внутренним диаметром 2,87 м. и одного цилиндрического под'ема внутренним диаметром 2,60 м. Все цилиндры вышиной 31 метр. Над всеми находится помещение для загрузки, вышиной 2,73 м. Над перекрытием находится открытый круглый водяной бак 4,64 м. внутренн. диам. 3 м. вышиной.

Между четырьмя цилиндрами находятся гончарные газовые трубы 75 см. внутр. диам. и лестница. Рядом постройка для мотора, насоса и пр. Все это лежит на сплошной, крепкой фундаментной плите из железобетона на каменном грунте. Известковые трубы выложены кислотоупорным кирпичом и промазаны специальной кислотоупорной замазкой.

Познакомившись с этим описанием, невольно является вопрос: а что, собственно, нового в этом башенном способе, для которого

1) Zellstoff u. Papier. 1922 г. № 4, стр. 89.

потребовалась такая грандиозная постройка, отличается ли она существенно от старых башен, о которых, как мы уже видели, даже сторонники этого способа, такого нелестного мнения. Действительно, ни в принципе, ни в конструкции, даже в самом ходе работы, существенной разницы нет.

Но тем не менее, все же очевидно, что эта система должна обладать большими преимуществами, иначе она не могла бы в краткий срок завоевать 50% всех американских фабрик, большинство которых до этого работало по известково-молочному способу. Чем объяснить такое явление? Я хочу сделать следующее допущение, которое если отвечает действительности, должно дать значительные улучшения.

Нужно предположить, что производительность этих башен большая, скажем 1.000 кв. м. в сутки, что составляет около 700 литров в минуту. При орошении турмы таким количеством воды, находящиеся в ней куски известкового камня не только обволакиваются, как это имело место у старых турм, но вода с трудом пробивается сквозь промежутки между камнями, накапливаясь даже значительными слоями, сквозь которые в свою очередь пробиваются гонимые вентилятором газы; происходит кипение, бурление и разбрасывание жидкости, и этим обуславливается лучшее поглощение газа. Кроме того при этой борьбе газа и жидкости известняк сильно обмывается. Вода или кислота взбалтывает и взвешивает глинистые и не растворимые части и уносит их, как шлам, из турмы. Таким образом могут быть действительно уменьшены прежде так часто необходимые промывки. Конечно, пришлось усилить мощность вентилятора и взять его более высокого давления (как я полагаю до 2—3 метров водяного столба). Чтобы при большой скорости газа не терять сернистого ангидрида, поставлена последовательно вторая турма.

Ясно, что все эти благоприятные результаты могут иметь место только при наличии известняка надлежащего качества, а это означает, что кардинальный недостаток этой системы ей присущ при всех усовершенствованиях, и уже поэтому я держусь мнения, что известково-молочный способ никогда не может быть вытеснен, при всех условиях, башенным способом, и это тем более, если мы найдем аппаратуру, по возможности избегающую пока нам известных недостатков аппаратных способов.

Для этой цели я хочу дать в нижеследующем описание такого аппарата, которым я хотел решить эту задачу. Мною при этом руководили следующие соображения: хотелось сохранить принцип противотока, характерный для башен и обеспечивающий непрерывную работу, которая необходима при работе на колчедане, а также сохранить тот минимум арматуры, который возможен при башенном способе. С другой стороны хотелось достичь той полной абсорбции сернистого газа, которая возможна при употреблении щелочей. Далее желательным было создать аппарат, который бы позволял управлять ходом реакции

для получения „кислоты“ желаемой крепости и с содержанием окиси кальция в той или иной пропорции, и который отличался бы большой производительностью при возможно компактном устройстве.

Долголетними опытами развивались вышеупомянутые идеи и привели, при постоянных испытаниях на практике, к конструкции нижеописанной абсорбционной башне, работающей теперь на фабрике „Сокол“.

Из приложенного чертежа видно, что это простая, почти исключительно деревянная, конструкция в виде призмы с квадратным основанием вышиной около 12 метров. В этой призме устроены ряд перегородок с таким расчетом, чтобы образовались 12 рабочих этажей. В перегородках то с правой, то с левой стороны находятся широкие отверстия для прохождения газа, и в каждом этаже имеются расставленные по диагонали переливные трубы для жидкости. Кроме того, каждый этаж разделен щитами, имеющими внизу отверстия для прохождения жидкости и газа. Я хочу здесь оговориться, что указанные в чертежах размеры взяты только потому, что они на фабрике „Сокол“ осуществлены на практике. Но эти размеры могут быть изменены в ту или другую сторону, смотря по желаемой мощности или другим местным условиям. Также квадратная форма не является отличительной чертой абсорбционной башни, наоборот, из старых Митчерлиховских башен, если они, конечно, не слишком ветхи, можно с успехом устроить такую башню.

Для постройки работающей теперь на фабрике „Сокол“ башни потребовалось:

Лесного материала 34,3 куб. метров.

Чугунных отливок 172,0 килограмма.

Железных паковок 567,2 килограмма.

При поденной работе требовался: 241 рабочий день.

Работа башни следующая: газ от колчеданных печей поступает по свинцовой трубе „А“ в нижнюю камеру, в которой собирается и потом вытекает готовый раствор, и поднимается через широкий проход „В“ в первый этаж; проходя его справа налево, он встречает на своем пути деревянный щит „С“ снабженный снизу отверстиями, которые закрыты жидкостью, поступающей из второго этажа в первый по деревянной трубе „В“ и идущей в одном направлении с газом к щиту „С“. Вследствии скорости газа, которая по отношению к жидкости весьма значительна, он проталкивает ее сквозь отверстие щита, бросая ее на доску „Д“, сильно ее разбрызгивая, отчего происходит хорошее смешение газа с жидкостью. Таким образом газ и жидкость проходят и щиты „С—2“ и „С—3“, потом разделяются таким образом, что газ через проход „В—2“ поступает во второй этаж, проходя его так же, как первый, только слева направо. Между тем жидкость из первого этажа направляется книзу по трубе „В—13“. Дойдя до последнего этажа и освободившись от содержания серни-

стого ангидрида, газ поступает через трубу „А—1“ к вентилятору (или на воздух при способе продавливания).

При своем ходе через башню сернистый ангидрид растворяется в нижних этажах в растворе уже готового бисульфита, поскольку это возможно по температуре жидкости и парциальному давлению сернистого газа. Проходя дальше, газ уже встречается с жидкостью, содержащей моносульфит в той или другой степени дисперсии, который, связывая уже растворенный газ, способствует дальнейшему его поглощению. В более верхних этажах газ уже встречает частицы гидрата окиси кальция, которые непосредственно соединяются с сернистым ангидридом вне зависимости от процентного содержания, и, чем выше, тем больше увеличивается содержание кальция, пока в двенадцатом этаже последние частицы сернистого ангидрида не удерживаются в чистом известковом молоке.

В помещение над верхним этажом накачивается известковое молоко по трубе „А“ и поступает оттуда по трубе „В—1“ на двенадцатый этаж и, проходя вместе с газом щиты „С—34“, „С—35“, „С—36“, опускается по трубе „В—2“ на 11 этаж, проходя его в противоположном направлении и по трубе „В—3“ в 10 этаж и т. д.

По мере того, как известковое молоко опускается по башне, оно встречает все более и более богатый сернистым ангидридом газ, гидрат кальция превратится в моносульфит, а энергичное размешивание, которое при этом производится инертным газом, доводит образующийся моносульфит до большей степени дисперсии, в некоторых случаях, почти до коллоидального состояния, что очень способствует его быстрому растворению в бисульфит в следующих этажах. В нижних этажах раствор еще обогащается свободной сернистой кислотой до тех пределов, которые обуславливаются крепостью газа и температурой. Уровень жидкости в этажах устанавливается высотой переливных труб „В“ и может быть урегулирован опусканием или поднятием одной стороны их.

На ряду с только что описанным нормальным процессом, происходят и некоторые побочные более или менее неизбежные явления, несколько осложняющие работу абсорбционной башни. Сюда относится уже вышеупомянутое образование твердых соединений моносульфита, которые с примесью взятых для обжига известняков (песок, кремнезем, глина, окись железа и пр.) поведут к закупориванию проходов в щитах и переливных трубах для жидкости. В нижних этажах отлагается, в особенности при плохой промывке газа, гипс, иной раз в довольно твердой форме, хотя образование гипса отчасти можно встретить и в верхних этажах.

В силу этих неизбежных явлений, вся поглотительная башня так конструирована, что при открытии находящихся в каждом этаже дверок (или люков) все части, подвергающиеся засорению, легко доступны и могут быть скоро без особого труда очищаемы.

По той же причине и переливные трубы доступны снаружи для быстрой чистки.

Мощность поглотительной башни размерами, показанными на чертеже, равняется 450 куб. метрам кислоты в сутки, при чем, при надобности, без ущерба для хода дела, количество это может быть в широком размере варьировано.

При благоприятных условиях—холодной воде, холодном и богатом сернистым ангидридом газе, количество этажей может быть уменьшено, что производится весьма легко—выниманием щитов.

На вышеописанную абсорбционную башню, которая и в других отраслях химической промышленности с успехом может служить для смешения и поглощения газов и жидкостей и пр., я имею от Комитета по делам изобретений заявочное свидетельство от 24 апреля 1923 года за № 76.621

В следующих пунктах я еще раз вкратце суммирую преимущества и особенности новой башни:

1) При сохранении принципа противотока она не требует высоких зданий (при необходимости башня может быть еще уменьшена в вертикальном направлении, при расширении ее в горизонтальном виде).

2) Вся жидкость разделена на отдельные невысокие слои, и прохождение газа происходит через широкие отверстия, чем и обусловливается незначительный расход энергии.

3) В обыкновенных башнях более теплые и легкие газы стремятся вперед и скорее покидают реакционную площадь; здесь же в каждом этаже газы принуждены опять опускаться несколько вниз, чтобы пройти слой жидкости, отчего получается полное смешение газов.

4) В случае содержания в жидкости твердых тел, осадков, получаемых при реакциях, постоянное движение всей жидкости не дает им осаждаться и, таким образом, выйти из сферы реакции.

5) Энергичное перемешивание жидкости производится самими газами без особых механизмов.

6) Для таких случаев, когда образуемое при реакции твердое тело имеет свойство прикрепляться к поверхности, вся башня так устроена, что позволяет в короткий срок или даже во время работы производить необходимую чистку ее.

7) Производительность башни значительная и может быть легко урегулирована в широких размерах уменьшением высоты переливных труб и удалением щитов.

О. Гиллер.