

К вопросу о проклейке бумаги при жесткой фабричной воде.

«Теории меняются—факты остаются»,
Старое изречение.

В моем докладе ¹⁾ «О заклейте бумаги в мешальных чанах и роллах» я пришел к выводу, что при жесткой воде и без защитного коллоида заклейка должна производиться в роллах при густой зарядке.

Для подтверждения этого вывода были проведены 2 опыта:

1) Взята была канифольная эмульсия с концентрацией 30 гр канифоли в литре, приготовленная растворением в дистиллированной воде канифольного мыла, содержащего около 40 % свободной канифоли. Десять куб. см. этой эмульсии (содержащие 300 мгр канифоли) были прилиты к 90 куб. см десятиградусной жесткой воды. После 2-часового стояния в растворе этой эмульсии осадка не наблюдалось. Отношение соответствующей данной жесткости СаО ко всей канифоли составляло в данном случае около 3:100.

2) Взята была канифольная эмульсия с концентрацией 10 гр канифоли в литре, приготовленная растворением в дистиллированной воде того же канифольного мыла. Десять куб. см. этой эмульсии (содержащие 100 мгр канифоли) были прилиты к 90 куб. см десятиградусной жесткой воды. Осадок в растворе этой эмульсии образовался немедленно. В данном случае отношение соответствующей данной жесткости СаО ко всей канифоли составляло около 9:100.

Первый опыт соответствует густоте зарядки в 6 % при заклейте 5 % канифоли, т.-е. таким условиям, которые встречаются при заклейте в роллах. Второй опыт соответствует густоте зарядки в 2 % при той же заклейте—5 % канифоли. Эти условия встречаются при заклейте в мешальных чанах.

Указанные опыты в связи с целым рядом других исследований, произведенных в этом направлении ²⁾, подтвердили правильность высказанного выше взгляда относительно заклейки бумаги в роллах и мешальных чанах.

Вопросом, затронутым в вышеуказанном нашем докладе, занялся через некоторое время также д-р Р. Лоренц, при чем в двух его

¹⁾ Пленум ТЭС'а 8 февраля 1925 г., см. «Бум. Пром.» 1925 г., № 2.

²⁾ Работа производилась на Государственной Бумажной Испытательной Станции, при чем в разработке данного вопроса большое участие принимала Б. Я. Куки с, избравшая этот вопрос темой для своей дипломной работы.

статьях, посвященных этому вопросу ¹⁾ он пришел к выводам, прямо противоположным указанным в нашем докладе, т.е. что большая концентрация канифольной эмульсии не спасает от выпадения осадков при действии жесткой воды, а, напротив, более разбавленная канифольная эмульсия (хотя бы жесткой водой) становится более стабильной.

Соображения Лоренца, высказанные им в одной из этих статей, были нами подвергнуты критике в статье, помещенной в № 8 «Zellstoff und Papier». В этой статье была приведена ссылка на вышеуказанные опыты, а для теоретического обоснования наших выводов мы указали на известный факт ²⁾ уменьшения коагуляционного числа некоторых электролитов при уменьшении концентрации золя, подтвержденный недавними опытами Senn и. Dahr'a ³⁾, так как мы считали, что в данном случае имеем дело преимущественно с электролитической коагуляцией.

На указанную критику Лоренц поместил в том же № 8 «Zellstoff und Papier» целый ряд возражений, указав, что из наших опытов нельзя сделать общих выводов, так как не указан точный состав воды, с которой производились эти опыты. Он же повторил эти опыты как с различными солями жесткости, так и с искусственной смесью этих солей, и во всех случаях, кроме опыта с CaCl_2 , получил результаты, несогласные с результатами наших опытов. Кроме того, он привел в двух таблицах (см. ниже табл. 1 и 2) результаты своих собственных опытов, вполне подтверждающие, по его мнению, высказанные им положения по данному вопросу.

Конкретно указанные опыты Лоренца сводились к следующему.

Он брал канифольную эмульсию таких же двух концентраций (сильной и слабой), как при наших опытах, но с содержанием 30 %, а не 40 % свободной канифоли, приливал эту эмульсию к растворам отдельных солей жесткости и к смеси этих солей, при чем концентрации этих растворов соответствовали 10 градусам жесткости. Получились следующие результаты:

1) В растворах MgCl_2 и MgSO_4 получились моментально осадки при приливании эмульсии как сильной, так и слабой концентрации.

2) В растворе $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ осаждение шло несколько медленнее, но полно и одинаково при обеих концентрациях, даже несколько скорее при сильной концентрации эмульсии.

3) В растворе $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ осаждение шло еще более медленно и менее полно, но также одинаково при обеих концентрациях эмульсии.

4) В растворе CaSO_4 осаждения совсем не получилось ни при одной из концентраций эмульсии.

5) В растворе CaCl_2 осаждение шло несколько похоже на то, как оно отмечалось при наших опытах, т.е. скорее при слабой, чем при сильной концентрации эмульсии. Однако, тут Лоренц делает несколько оговорок, умаляющих значение этого результата, при чем в конце концов все-таки допу-

¹⁾ В № 13 и годовом сборнике «P. F.» 1925 г.

²⁾ См. Freundlich «Kapillarchemie», S. 616.

³⁾ «Koll. Zeit.» B. XXXIV, N. 5.

кает, что ход выпадения осадков в данном случае соответствует нашим пытам и делает даже предположение, что мы имели дело с водой, содержащей преимущественно CaCl_2 .

б) В растворе смеси из 6 солей жесткости ($\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$) осадения не получилось ни при одной из концентраций эмульсии.

Таблица 1.

Мгр канифоли в 10 куб. см.	Град жесткости.	3,75	3,37	3,00	2,62	2,25	1,88	1,50	1,13	0,75	0,38
Мгр $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 10 куб. см.	25,0										
	22,5										
	20,0										
	17,5										
	15,0										
	12,5										

А—коагуляция через 3 часа, Б—через 6, В—через 25, Г—через 50 часов.

Таблица 2.

Соли жесткости и градусы жесткости.	Гр. канифоли в литре (своб. канифоль около 30%).					
	Р о л л.				Мешальный чан.	
	6	3	1	0,5	0,1	0,05
Хлористый кальций	Ч	а	с	ы	Ч	а с ы
30	+	+	+	+	1	1 1/2
20	+	+	+	1/2	2	2 1/2
10	○	2	1/2	1/2	○	○
Хлористый магний						
30	+	+	+	1/4	○	○
20	+	+	+	1/2	○	○
10	+	+	1/4	1/2	○	○
Сернокислый кальций						
40	+	+	1/4	1/2	○	○
30	+	+	1	○	○	○
Сернокислый магний						
30	+	+	+	○	○	○
20	+	+	1/4	○	○	○
10	+	+	1/2	○	○	○
	не полное					

- означает—«моментальное выпадение» (однако не считая остающейся легкой мути),

○ означает—«отсутствие более или менее значительного выпадения».

Прежде, чем ответить на указанные возражения Лоренца, надо отметить одну из главных его ошибок, которая ввела его в заблуждение, как при опытах, специально поставленных для проверки наших результатов, так и при его собственных опытах. Ошибка заключается в вычислении градусов жесткости при солях магния. Так, он принимает, что один немецкий градус жесткости соответствует 14 мгр MgO в литре воды, т.-е. соответствует 10 мгр CaO , в то время как 10-ти мгр CaO эквивалентно соответствует около 7,15 мгр MgO , круглым числом около 7 мгр MgO или около половины того количества, которое считает Лоренц.

В № 9 «Z. u. P.», Лоренц, между прочим, замечает, что в одном месте его статьи в № 8 «Z. u. P.», вкралась ошибка в счете („Rechenfehler“), но что это существа дела не меняет. Так как Лоренц не указывает точно, в чем состоит эта ошибка, то остается невыясненным, имеет ли он в виду ту ошибку, на которую мы указали выше, или какую-либо другую. Во всяком случае указанная нами выше ошибка несомненно является не случайной «ошибкой в счете», а проходит красной нитью во всех его опытах, и в раньше опубликованных, как это видно из выноски, помещенной в годовом сборнике «P. F.» за 1925 г. в его статье «Zur Frage der Harzleimung bei hartem Fabrikationswasser», где он прямо указывает, что один градус жесткости = 10 мгр/л. CaO = 14 мгр/л. MgO . Ниже мы укажем, как отразилась эта ошибка Лоренца на его выводах.

Переходим к теоретической части данного вопроса, что является очень важным для выявления причин основных противоречий между нами и Лоренцом.

Хотя практическая часть, установленная нашими опытами, остается незыблемой и после возражений Лоренца, однако теоретическую часть пришлось изменить и постановку вопроса расширить после дальнейших исследований, произведенных нами в этой области в связи с его возражениями, и в этом отношении можем только быть благодарными Лоренцу, что он дал повод к этим дальнейшим исследованиям.

Нужно определенно указать, что как мы, так и Лоренц ¹⁾ придерживались неправильной точки зрения, что выпадение осадков при действии солей жесткости на канифольную эмульсию зависит также, или даже преимущественно, от непосредственного действия двухвалентных катионов этих солей на золь канифоли, т.-е. что тут имеет место электролитическая коагуляция, в то время как в данном случае, т.-е. в тех пределах жесткости воды и концентрации канифольной эмульсии, которые встречаются на практике, мы несомненно имеем дело исключительно с выпадением осадков гидроокисей, увлекающих частично с собой и золь канифоли. Это совершенно ясно вытекает из того факта, что для электролитической коагуляции чисто канифольного золя такой концентрации, которая встречается при заклейте бумаги, требуются по Зиберу ²⁾ такие концентрации солей жесткости, которые соответствуют, например, 84° для солей

¹⁾ Это видно из всех его возражений и из всех предыдущих его работ.

²⁾ См. «Z. u. P.» № 1, 1921.

Mg и 140° для солей Ca ¹⁾, т.-е. такие градусы жесткости, которые не встречаются в обычных (не специально минеральных) природных водах. Для выпадения же осадков гидроокисей существенное значение имеет изменение гидролиза щелочной соли канифоли, так как с этим связано изменение количества гидроксильных ионов, вступающих в химическое соединение с катионами солей жесткости. Уменьшение или увеличение скорости выпадения осадков связаны с уменьшением или увеличением гидролиза этой соли, при чем при известном уменьшении гидролиза может наступить такое химическое равновесие в данной смеси, при которой выпадение осадков гидроокисей не будет иметь места, а следовательно вообще осадков не получится.

С этой точки зрения мы и рассматривали данные, полученные при наших исследованиях. Оказалось, что для каждой степени жесткости воды при данном составе канифольного мыла существует определенный оптимум концентрации канифольной эмульсии, при которой получается максимальная скорость выпадения осадков. При постепенном уменьшении и увеличении этой концентрации наступает соответственно постепенное уменьшение скорости выпадения. Таким образом, это постепенное уменьшение скорости осаждения идет по обе стороны от указанного максимума и достигает в конце концов с каждой стороны известного минимума, совершенного невыпадения таковых в течение определенного времени.

Если отложим на оси абсцисс степени концентрации эмульсии, количество грамм канифоли в 1 литре, а на оси ординат скорости выпадения осадков (принимая максимальную скорость за 100), то при данном составе канифольного мыла получим для различных степеней жесткости характерные кривые, отличающиеся своими размерами, но имеющие один и тот же вид. Таковы, например, кривые, изображенные на нижеприведенной диаграмме, представляющие изменения скорости выпадения осадков при различных концентрациях канифольной эмульсии, приготовленной из канифольного мыла, содержащего около 35 % свободной канифоли: I—при жесткости в 10° , а II—при жесткости в 12° ²⁾.

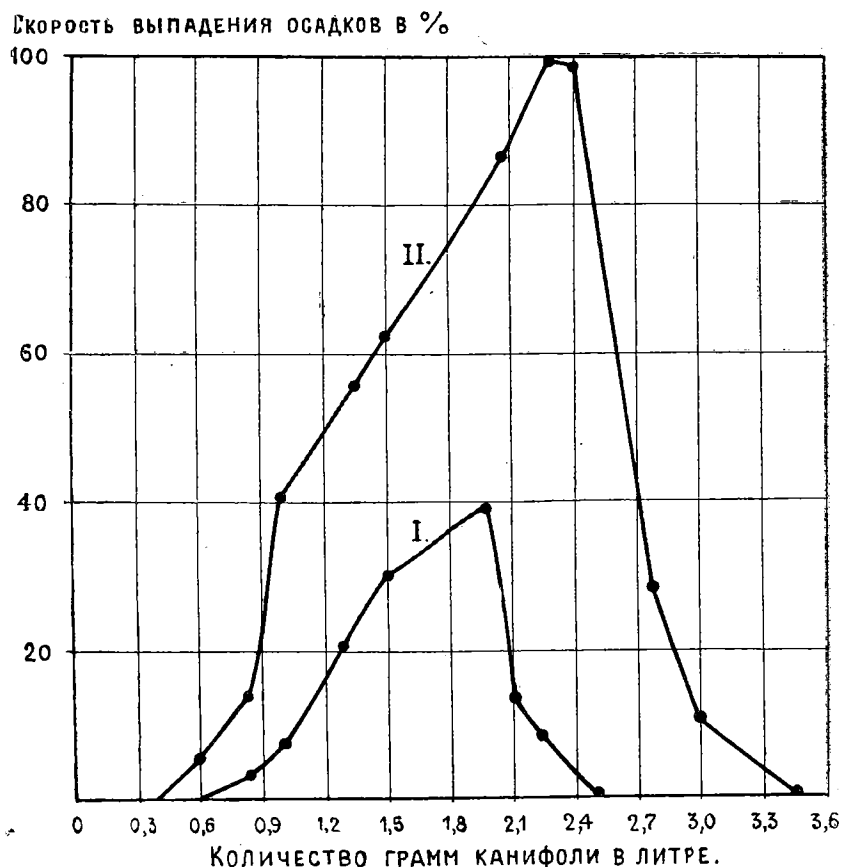
Если рассмотрим эти кривые справа налево, то увидим, что сначала при увеличении разбавления канифольной эмульсии скорость осаждения увеличивается, а после достижения известного максимума эта скорость при дальнейшем разбавлении уменьшается. Таким образом, мы имеем право говорить как об увеличении, так и об уменьшении скорости осаждения с увеличением разбавления концентрации эмульсии, смотря по тому, рассматриваем ли мы правые или левые ветви данных кривых. Эти кривые,

¹⁾ Наши опыты привели к аналогичным выводам.

²⁾ Для опытов были взяты растворы $Mg SO_4 \cdot 7 H_2 O$ с концентрациями, соответствующими данным степеням жесткости, при чем сравнительные опыты показали, что при этом получаются результаты, очень близкие к результатам опытов с нашей водопроводной водой тех же степеней жесткости. Канифольная эмульсия приливалась к этим растворам довольно быстро при помешивании приблизительно так, как это делается на практике при проклейке бумаги. Максимальная скорость коагуляции при 12° жесткости была 25 секунд.

построенные для условий, близких к тем, при которых производились вышеуказанные опыты, подтверждают правильность выводов из этих опытов. Кроме того, таковые указывают на те направления, которые примут кривые при тех же приблизительно условиях для более высоких степеней жесткости, чем могут быть объяснены результаты опытов Лоренца, приведенные в 2-х вышеуказанных таблицах. (Ниже мы на этом останавливаемся подробно).

Начертив для каждого данного случая, на основании предварительных лабораторных опытов, кривую скорости осаждения, мы можем точно определить, при какой концентрации канифольной эмульсии получится макси-



мальная скорость осаждения и выбрать для заклейки такую концентрацию этой эмульсии, при которой не получается осадков в течение времени между прибавлением канифольной эмульсии и сернокислого алюминия.

Наши выводы по отношению к скоростям выпадения осадков совпадают с наблюдениями Науг'а по отношению к количествам выпадающих осадков при аналогичных условиях,¹⁾ причем у нас кроме того выявлена зависимость хода этого осаждения от степени жесткости воды. Рядом с ходом получения осадков, Науг наблюдал также изменения гидролиза канифольной

¹⁾ См. „Woch. für. Pap.“ № 44, 1922, №№ 1, 3 и 5—1923.

эмульсии (изменения количества свободной канифоли) в зависимости от изменения ее концентрации, что представило возможность дать надлежащее объяснение соответствующему ходу коагуляции.

Рассматривая наши кривые справа налево, мы видим сначала отсутствие осадков вследствие незначительного гидролиза высоко концентрированной эмульсии; с увеличением же разбавления эмульсии и ее гидролиза увеличивается скорость выпадения осадков, но, достигнув известного максимума, гидролиз при дальнейшем разбавлении начинает уменьшаться, главным образом, вследствие увеличивающейся дисперсности свободной канифоли, становящейся таким образом более гомогенной со всей системой и начинающей поэтому, по закону действия масс, противодействовать гидролизу. Соответственно этому постепенно уменьшается и скорость выпадения осадков, доходя до минимума, при котором выпадение осадков совсем прекращается или значительно замедляется.

Возможно, что начиная с известной степени разбавления канифольной эмульсии, выпадение осадков гидроокисей задерживается не только вследствие уменьшения гидролиза, но также вследствие быстрого темпа уменьшения концентрации гидроксильных ионов, опережающего, по мнению Лоренца,¹⁾ при сильном разбавлении темп образования таковых даже при нормально увеличивающемся, а тем более уменьшающемся гидролизе.²⁾

Возвратимся теперь к возражениям Лоренца и прежде всего сделаем следующее общее замечание:

1) Лоренц несомненно знает, как осторожно нужно повторять опыты с коллоидными растворами, где многое зависит от степени дисперсности коллоидных частиц, от их возраста и т. д. Тут можно ждать некоторых уклонений даже при повторении опытов одним и тем же наблюдателем, если не будут приняты меры к более точному сохранению прежних условий. Между тем Лоренц настолько не считался с этими предосторожностями, что при повторении наших опытов его канифольное мыло содержало 30 % свободной смолы вместо 40%, имевших место при наших опытах. Принимая во внимание важное значение этого факта для гидролиза канифольной эмульсии, на чем, как мы видели выше, главным образом основано изменение скорости выпадения осадков при действии солей жесткости, ясно, что значение всех возражений Лоренца, основанных на произведенных при таких условиях опытах, значительно теряет в своей силе.

Теперь перейдем к деталям:

1) Опыт с бикарбонатом кальция не является достаточно убедительным для опровержения результатов наших опытов вследствие вышеуказанной причины—неодинакового состава канифольного мыла.

¹⁾ „Pap. Fabr“. 1925 № 13.

²⁾ Мы ограничились выявлением влияния главных факторов на ход коагуляции канифольной эмульсии при действии солей жесткости при определенных условиях, не останавливаясь на более сложном общем вопросе о действии солей на канифольную эмульсию, так как для наших практических выводов самым существенным является фактический ход этого процесса при данных условиях.

Опыт с CaSO_4 является совершенно лишним, так как при данных условиях можно было заранее быть уверенным, что никаких осадков не получится, ибо, вследствие малой диссоциированности CaSO_4 тут химическая реакция произойти не может, а для электролитической коагуляции золь канифоли потребовалась бы такая высокая концентрация этой соли, которая, как мы видели выше, в обычных природных видах не встречается.

Опыт с CaCl_2 , как признает сам Лоренц, подтвердил наши выводы.

2) По отношению же к солям магния после выявленного нами влияния степени жесткости воды на выпадение осадков при разных концентрациях канифольной эмульсии получает особое значение указанная нами выше ошибка Лоренца. Очевидно, что все его возражения, которые основаны на опытах с этими солями, отпадают, так как при этих опытах он имел дело со степенями жесткости, в действительности вдвое большими, чем он считал.

3) Лоренц составляет раствор из смеси шести различных солей жесткости с общей концентрацией, соответствующей 10° жесткости, и при этом не получает никаких осадков при прибавлении к таковому канифольной эмульсии, как сильной, так и слабой концентрации.

Результатом этого опыта, (основанного, по мнению Лоренца, на уменьшении, по закону действия масс, концентрации актуальных ионов при смешении различных электролитов с одинаковыми неактуальными ионами) он иллюстрирует недостаточность наших опытов для общих выводов без указаний точного состава воды.

Принимая во внимание указание Лоренца, приводим в выноске состав московской водопроводной воды, с которой произведены некоторые из наших опытов¹⁾. При этом, однако, мы должны отметить, что возражение Лоренца было бы существенно, если бы мы утверждали, что всегда при всяких различных условиях должны при данных жесткостях и концентрациях воды получаться точно одни и те же результаты. Но еще в нашей статье в «Z. и P.» (а с особенной ясностью это вытекает из всего вышеизложенного) мы указали, что для решения вопроса, как пойдет ход коагуляции в каждом отдельном конкретном случае следует предварительно произвести лабораторный опыт с данной водой и данной канифольной эмульсией соответствующих концентраций. Наши выводы указывают только на направление хода коагуляции, для иллюстрации которого приведены наши опыты. Очевидно, что при различных составах воды одной и той же жесткости, при различных степенях дисперсности канифольной эмульсии одной и той же концентрации, при различных содержаниях свободной канифоли и т. д. могут получиться разные результаты; мы утверждаем только, что направление хода коагуляции при этом останется одно и то же. Так, например, если в одном случае не получается коагуляции при содержании канифоли 3 гр. в литре, а в другом только при 4 гр. в литре, то это не может поколебать наши общие выводы об уменьшении коагуляции

¹⁾ В 1 литре воды содержится в миллиграммах: сухого остатка 209,3, Ca O—69,5 Mg O—28,8, SO_3 —4,0, Cl—3,0, $\text{N}_2 \text{O}_5$ —0,6, CO_2 общей—170,3, связанной—83,6, полусвязанной, 83,6 свободной—3,1 (жесткость общая 11,0 карбонатная 10,6).

при повышении концентрации канифольной эмульсии. Вот как следовало бы подойти к нашим выводам, а не проверять таковые на основании получения или неполучения совершенно точно таких же, как у нас, результатов при повторении этих опытов с разными отдельными солями и искусственными смесями, вдобавок еще с другим содержанием свободной канифоли в канифольной эмульсии. При указанном же нами подходе к выводам из наших опытов указание состава жесткой воды, с которой произведены эти опыты, особой роли не играет, тем более, что первые наши опыты произведены с природной жесткой водой с обычным, встречающимся повсеместно, преобладанием карбонатной жесткости.

Такого же взгляда придерживался, повидимому, и Haug, который при опубликовании своих исследований также не указал состава жесткой воды, с которой он производил свои опыты; он даже не указал степени жесткости этой воды, а упомянул только то, что опыты производились с дармштадтской водопроводной водой.

4) Переходим теперь к вышеуказанным таблицам Лоренца. Отсутствие в таблице 1 указания относительно содержания свободной канифоли во взятой для опытов канифольной эмульсии несколько затрудняет ориентировку в полученных результатах; однако, попытаемся, насколько возможно, разобраться в таковых на основании развитой нами выше точки зрения по отношению к ходу коагуляции при действии жесткой воды на канифольную эмульсию.

В виду того, что исходным материалом для этих опытов служил $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$, то вследствие указанной выше ошибки Лоренца относительно эквивалентного количества MgO , причитающегося на один градус жесткости, следует все указанные им в этой таблице градусы жесткости увеличить в 2 раза. Таким образом, мы должны констатировать, что эти опыты были произведены при градусах жесткости от 28 до 58. Если к этому примем еще во внимание, что концентрации канифольной эмульсии при данных опытах варьировали в пределах 38—375 мгр канифоли в литре, то навряд ли можно будет согласиться с Лоренцом, утверждающим, что результаты опытов, приведенных в этой таблице, соответствуют существующим техническим условиям. Если же рассмотрим результаты этих опытов с развитой нами выше точки зрения, то станет вполне ясным, что мы тут имеем дело с низкими частями левых ветвей кривых коагуляции (т.-е. с областью самых слабых концентраций канифольной эмульсии) и с направлением справа налево. Неудивительно, поэтому, что тут, как выражается Лоренц, уменьшение концентрации золя (собственно канифольной эмульсии) затрудняет коагуляцию, а увеличение этой концентрации обратно таковую облегчает.

По отношению ко второй таблице надо указать, что мы тут опять встречаемся с довольно высокими градусами жесткости—от 20° до 60° —(принимая во внимание ошибку Лоренца по отношению к солям магния) и только один раствор CaCl_2 с 10° жесткости.

Но даже при таких высоких градусах жесткости и при содержании только 30% свободной канифоли в канифольной эмульсии) замедление

и невыпадение осадков все-таки возможны и при высоких концентрациях канифольной эмульсии, но таковые должны были бы быть выше максимальной концентрации (6 гр в 1 литре), имевшейся при данных опытах, что соответствовало бы низким частям правых ветвей кривых коагуляции. При концентрациях же канифольной эмульсии от 6 до 0,05 гр канифоли в литре, при данных высоких градусах жесткости, мы имеем, очевидно, дело с областями максимумов или верхних частей кривых коагуляции с переходом к левым ветвям этих кривых вплоть до самых низких их частей.

Раствор CaCl_2 в 10° жесткости дает при данных концентрациях канифольной эмульсии полную кривую коагуляции (пропущена только в опытах концентрация канифольной эмульсии, соответствующая максимуму данной кривой), вполне совпадающую с приведенными выше кривыми коагуляции.

Интересно, что MgSO_4 , обладающий меньшей коагулирующей способностью, чем MgCl_2 , показывает даже при 20° (по Лоренцу 10°) жесткости некоторый уклон в сторону неосаждения уже при концентрациях канифольной эмульсии 3—6 гр канифоли в литре (под указанными концентрациями при MgSO_4 имеется отметка «неполное»).

Заканчивая обзор данной таблицы, следует отметить еще следующее:

а) Объяснение Лоренца относительно значения знака кружка — $\odot$ «Отсутствие более или менее значительной коагуляции» (*keine erhebliche Flockung*) не дает определенного понятия относительно данного явления.

б) Помещенные под надписью «Ролл» концентрация канифольной эмульсии 0,5 гр канифоли в литре и под надписью «Мешальный чан» концентрации эмульсии 0,1 и 0,05 гр канифоли в литре навряд ли соответствуют встречающимся на практике концентрациям эмульсии.

5) Против замечания Лоренца, что защитные коллоиды являются лучшим средством против солей жесткости, спорить не приходится. Этот общеизвестный факт отмечен также в нашем докладе.

6) Что касается того, что наши выводы имеют значение для практики только в ограниченных пределах, то этим ничуть не умаляется важность этих выводов. Таковые, во-первых, сами устанавливают эти пределы и вносят, таким образом, ясность и полную определенность в данный вопрос, в котором существовали такие, например, разногласия, как между Тейхером и Лоренцом и другими исследователями. Кроме того, зная направление тех процессов, которые происходят в данном случае, можно опытным путем, посредством изменения некоторых приемов (изменением состава канифольного мыла, порядка прибавления эмульсии и т. д.), достигнуть некоторого расширения этих пределов. Самое же главное значение этих выводов состоит в том, что в области данных пределов можно работать вполне уверенно и точно, учитывая все результаты, которые при этом должны получиться.

Мы не останавливаемся на второстепенных возражениях Лоренца, так как таковые особого значения для существа дела не имеют.

В заключение должны добавить, что, считая наши выводы, основанные на лабораторных опытах, вполне правильными, однако и теперь остаемся при прежде высказанном мнении о необходимости поставить фабричные опыты для выяснения вопроса, насколько можно использовать эти выводы для практики проклейки бумаги, так как присутствие волокнистого материала, другие условия смешивания реагирующих масс и т. п. могут дать результаты, отличающиеся, в количественном отношении, от результатов лабораторных опытов.

Я. Хинчин.
