

Исследование бумаги и материалов.

Определение относительной крепости целлюлозы при помощи мельницы Lampèr'a.

(Из доклада Н. Schwalbe-Heidenau на общем собрании Союза германских инженеров-бумажников и целлюлозистов 4 марта 1925 г.)¹⁾.

До последнего времени определение крепости целлюлозы производилось ручным способом, т. е. специалист, основываясь на своем многолетнем опыте, разрывал образец и по ощущаемому им сопротивлению разрыву и длине волокон, заключал о большей или меньшей степени пригодности целлюлозы для данной цели. Этот способ, при надлежащем навыке, возможен, однако, только в случае нормальной сухости целлюлозы, но он совершенно непригоден для сырой, а также для отжатой прессами высокого давления целлюлозы. Часто также получаемые этим методом результаты являются неверными, так как не принимаются во внимание толщина листа и характер свойлачивания волокон, весьма различного в зависимости от работы обезвоживающей машины. Кроме того, понятно, способ этот субъективен и дает только общие определения, как-то: „очень крепкая“, „крепкая“ и т. д.

Все эти недостатки являлись побудительной причиной целого ряда весьма интересных попыток изыскать лучший метод. Укажем на работы Dalén'a, Froberg'a, Blasweiler'a и Hoffmann-Jakobsen'a.

Эти исследователи старались поставить опыты в условиях практики; они размалывали испытуемую целлюлозу в лабораторном ролле, из полученной массы изготовляли бумагу, которую затем испытывали на сопротивление разрыву на аппарате Шоппера; разрывная длина служила масштабом для суждения о крепости целлюлозы. Оказалось, однако, что лабораторный ролл для данной цели весьма непригоден. Произвести большое число точно одинаковых размолов в ролле невозможно. Кроме того, условия работы роллов у производителя и потребителя целлюлозы редко совпадают. Построить же роллы в точности одинаковые по работе, при настоящем состоянии техники, почти не представляется возможным. В силу этого, исследователи пришли к мысли применить при опытах размалывающий аппарат, отличный от употребляемого на практике, и стали конструировать для этой цели

¹⁾ „Papier Fabrikant“ 1925 № 14. По этому же вопросу в № 15 того же журнала помещена краткая заметка R. Siebel'a, в которой он сравнивает мельницу Lampèr'a с американской мельницей Jagg'a.

шаровые мельницы. Первые вступили на этот путь финляндцы и американцы. В Америке в 1925 г. Sutermeister, а затем в 1916 г. „Комитет стандартных методов испытания материалов, употребляемых при производстве бумаги“, опубликовали способ определения крепости целлюлозы в мельнице со многими шарами. По этому способу целлюлозу подвергают в течение определенного промежутка времени размолу в мельнице, не обращая внимания на степень размола; затем из полученной массы формируются листы бумаги, которые испытываются на аппарате Мюллера.

В Финляндии Lampén в 1913 г. сконструировал шаровую мельницу с одним шаром для испытания целлюлозы, идущей на изготовление пергамина.

Следует здесь отметить, что при всех подобных испытаниях определяется не абсолютная крепость волокон полупродукта, хотя в литературе мы находим почти всегда название „крепость целлюлозы“.

Абсолютная крепость волокон, как это должно быть точнее названо, может быть определена только испытанием отдельных волокон. Здесь же мы имеем дело с относительной крепостью, которая составляет, по мнению автора из трех частей: 1) абсолютной крепости, 2) способности волокон к свойлачиванию, т.-е. специфическому состоянию в зависимости от способности сцепления (*Adhäsionsvermögen*), степени разбухания (*Quellgrad*) и степени размола (*Mahlgrad*) и 3) характера свойлачивания волокон, т.-е. их взаимоотношения между собой в целом листе.

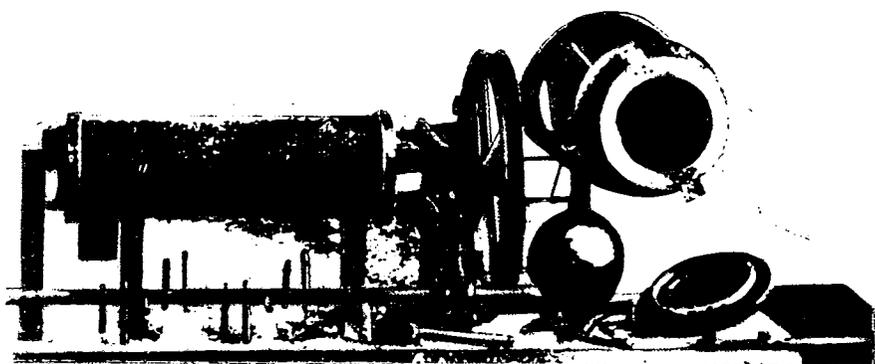
Последний фактор весьма редко принимается во внимание, между тем строение бумажного листа имеет весьма важное значение. Само по себе волокно может быть очень крепким и иметь хорошую способность к свойлачиванию, и, несмотря на это, крепость листа в целом при этом может оказаться незначительной, так как в одном месте находится большее число волокон, в другом месте их меньшее количество и т. п.

После того как вопрос о размалывающем аппарате при испытании разрешился в пользу шаровой мельницы, возникла задача найти наилучшую конструкцию мельницы. Очень обстоятельные опыты в этом направлении были произведены Bergmann'ом (центральная лаборатория в Або, в Финляндии).

Американская шаровая мельница представляет собой цилиндрический сосуд из листовой стали, выложенный фарфором, вращающийся вокруг своей продольной оси; внутри находится несколько каменных шаров. Испытуемый материал размельчается струей воды, затем снова обезвоживается и вводится с определенной густотой в мельницу. Действие мельницы заключается в том, что находящиеся в движении шары раздавливают и растирают материал. Продолжительность размола большей частью очень невелика, так как благодаря большому числу шаров волокна подвергаются многочисленными ударами. Взаимное сталкивание шаров вредно для размола, так как более высокое давление в точках

соприкосновения создает опасность неравномерного размельчения и раздавливания; кроме того, при этом отскакивает большое количество частичек фарфора и получается нежелательное „отяжеление“, которое, естественно, оказывает влияние на крепость. Все это послужило главным основанием доводов Bergmann'a против мельниц с большим числом шаров, почему он является сторонником мельницы с одним шаром; такую мельницу сконструировал Lamrè'n.

Мельница Lamrè'n'a представляет собой эллипсоид, в котором вращается один большой шар. Здесь используется только трение катания, но не действие ударов. Скользящее трение, благодаря которому волокно размельчается и раздавливается в роле, заменено в шаровой мельнице трением катания, при котором волокна подвергаются спрессованию и прокатке, но не раздавливанию. Благодаря этому, волокна в значительной степени сохраняют свою длину и крепость.



Разбивающий аппарат.

Отдельные части.

Шаровая мельница.

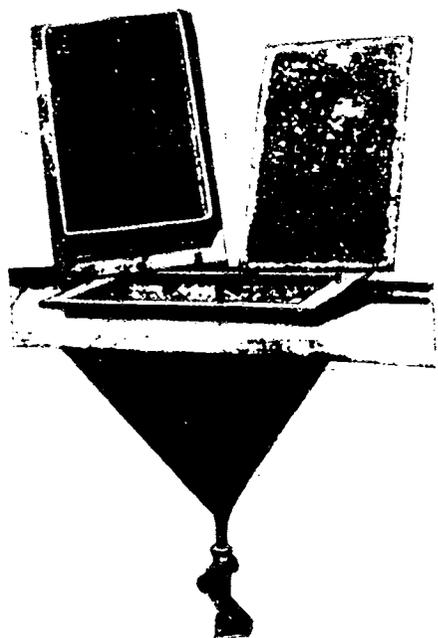
Одним из важных преимуществ мельницы Lamrè'n'a является независимость размола от экспериментатора; размол может быть повторен любое число раз и дает, даже в различных местах производства опыта, одинаковые результаты.

При всех упомянутых выше методах определения крепости целлюлозы применялся размол испытуемого образца. Самегон (Канада), в отличие от всех других исследователей, не размалывает целлюлозу, а разделяет ее на отдельные волокна, формует бумажные листы, которые испытывает затем на приборе Мюллена на раздавливание. Такой способ дает крепость полупродукта в том виде, в каком он доставляется на фабрику. Преимуществом этого метода является, прежде всего, то, что дается действительная крепость данного полуфабриката, каков он есть, тогда как при испытании с предварительным размолем, при котором получается только относительная крепость целлюлозы, могут получиться несравнимые результаты в зависимости от употребления неодинакового метода размола. Однако, испытание неразмолотых волокон большей частью очень затруднительно и связано с возможностью значительных ошибок, вследствие трудности формовки из

неразмоложенных волокон равномерных листов и других причин. Метод Сатерн'а не может быть, поэтому, рекомендован для общего применения.

Для постановки опытов автором была сконструирована установка, состоящая из разбивающего аппарата, большой шаровой мельницы Lamrèn'a, емкостью в 50 гр. загрузки, (первая меньшая модель мельницы Lamrèn'a была на $2\frac{1}{2}$ гр.), аппарата для формовки бумажного листа, копировального прессы и разрывного аппарата Шоппера.

Разбивающий аппарат служит для разделения полуфабриката на волокна и является весьма важной вспомогательной частью всей установки. Он устроен на подобие употребляемых в целлюлозном производстве сепараторов и состоит из латунного цилиндра 400 мм. длиной и 140 мм. диаметром с двумя крышками и валом 20 мм. диаметром с 14 бронзовыми билами. Шаровая мельница имеет следующие размеры: наибольший диаметр—180 мм., размер по оси—136 мм. Диаметр шара—134 мм., вес его—10,2 кгр., объем—120 куб. см., общая вместимость мельницы—2.860 куб. см., остающееся свободным пространство—1.660 куб. см. Корпус мельницы, представляющий собой одно целое, состоит из специальной бронзы. С одной стороны корпуса имеется отверстие, закрываемое крышкой, которая закрепляется хомутом. Кроме того, по сторонам имеются два винченных болта, по удалении которых из мельницы могут быть взяты пробы массы.



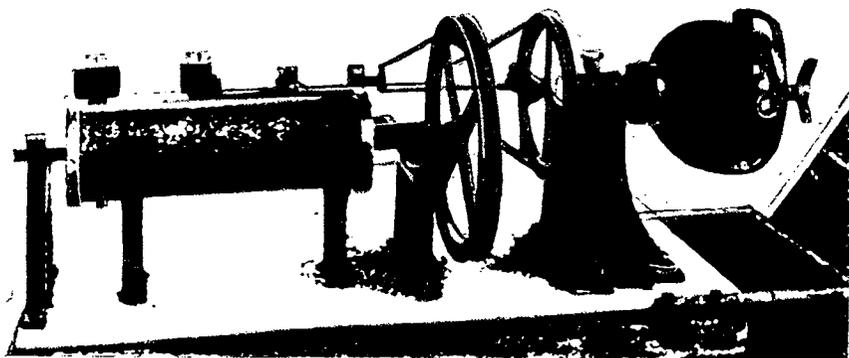
Аппарат для формовки бумажного листа.

Аппарат для формовки бумажного листа представляет собой воронку прямоугольного сечения, емкостью $3\frac{1}{2}$ литра, внизу снабженную краном. Верхняя часть воронки покрывается сеточной плоской крышкой, состоящей из 3 частей: нижней сетки небольшого номера, средней сетки более высокого номера и верхней № 80. Над сетчатой крышкой устанавливается ящик, емкостью в 2.000 куб. см., служащий приемником для жидкой массы. Формат листа— 150×240 мм. Копировальный пресс обычной конструкции имеет площадь давления 245×320 мм.

Испытание производится следующим образом: 50 грамм воздушно-сухой целлюлозы в 1 литре воды вводятся в разбивающий аппарат, вращающийся со скоростью 150 оборотов в минуту. Для достижения

надлежащего разбивания на волокна необходимо не менее 2-х часов. Затем возможно большая часть массы после отжатия руками воды помещается в мельницу, поверх и по бокам шара; крышка закрывается. Часть смеси массы с водой вводится в мельницу через боковые отверстия. Заставляют мельницу сделать несколько оборотов, останавливают ее и вводят остаток воды через боковые отверстия. Такой способ наполнения мельницы оказался на опыте лучше, чем впуск всей массы через боковые отверстия.

Размол, при скорости в 300 оборотов в минуту, доводится до 75 градусов аппарата Шоппер-Риглера. После этого крышка открывается, и масса удаляется из мельницы. Затем берется 160 гр. размолотой жидкой массы, которая сильной струей воды пропускается через сетку № 32 для удаления узлов. Количество жидкой массы доводится до 4 литров и каждые 2 литра используются для получения бумажного листа.



Разбивающий аппарат.

Шаровая мельница.

Установка в собранном виде.

Воронка аппарата для образования бумажного листа наполняется доверху водой; затем сетка и верхняя часть аппарата укрепляется при помощи винтов. Два литра массы вводятся в верхнюю часть аппарата, нижний кран открывается, и вода начинает медленно вытекать из воронки, вследствие чего масса постепенно обезвоживается и образуются равномерный лист бумаги. После этого верхняя часть снимается, а сетка с листом накладывается на мокрое сукно. Затем бумажный лист подвергается прессованию на копировальном прессе: 5 секунд слабо, 15 секунд несколько сильнее, 30 секунд еще сильнее и, наконец, 60 секунд с применением возможно большей (нормальной) силы.

Вследствие отсутствия специальных сушильных приспособлений, пришлось применить воздушную сушку, при чем содержание влаги в бумаге доводилось до 10—12%. Испытание крепости на приборе Шоппера производилось обычным образом (по пять полосок в обоих направлениях) при относительной влажности воздуха 65%.

Автором были испытаны в мельнице Lamprèn'a 42 целлюлозы различных сортов и разного происхождения. Результаты испытаний приведены в следующей таблице:

| Наименование испытываемого материала. | Число испытанных образцов. | Разрывная длина в метрах. | | Время размола в часах. | | Степень размола на аппарате Шоппер - Риглера. | |
|---|----------------------------|---------------------------|---------|------------------------|-------------------|---|---------|
| | | от | до | от | до | от | до |
| 1. Белев. сульфитная целлюлоза | 9 | 1738 | — 3690 | 1 | — 3 $\frac{1}{2}$ | 74 | — 81 |
| 2. Отбеливаемая сульфитная целлюлоза | 14 | 3370 | — 5114 | 1 $\frac{3}{4}$ | — 3 $\frac{1}{2}$ | 74 | — 85 |
| 3. Нормальная сульфитная целлюлоза | 5 | 4440 | — 6230 | 1 $\frac{1}{2}$ | — 3 | 74 | — 79 |
| 5. Отбеливаемая натронная целлюлоза | 7 | 2407 | — 5174 | 1 $\frac{1}{2}$ | — 3 $\frac{1}{2}$ | 74 | — 82 |
| 5. Крафт-целлюлоза | 2 | 6565 | — 6340 | 2 | — 3 | 75 | — 78 |
| 6. Шведская отбеливаемая сульфитная целлюлоза Ia | 5 | 4212 | — 5042 | 1 $\frac{3}{4}$ | — 3 $\frac{3}{4}$ | 74 | — 77 |
| 7. Отбеленная на три четверти сульфитная целлюлоза (вз шести различных вагонов) | 6 | 4565 | — 5690 | 1 $\frac{1}{4}$ | — 4 | 74 | — 78 |
| 8. Германская отбеливаемая сульфитная целлюлоза (из пяти различных вагонов) | 5 | 2334 | — 3356 | 3 | — 4 | 74 | — 87 |
| 9. Тряпичная полумасса (хлопок, лён, рами и манилла) | 5 | 2 42 | — 4447 | 1 | — 12 | 75 | — 95 |
| | | хлопок | манилла | рами | манилла | хлопок | манилла |

Приведенные в таблице данные дают возможность сделать следующие выводы:

Метод дает точные и характерные цифры даже для целлюлоз, весьма мало различающихся друг от друга по своим свойствам. Это относится как к белевой целлюлозе, так и ко всем другим сортам, а также к тряпичной полумассе. Метод, таким образом, может иметь широкое применение и оказать большие услуги при ведении процессов производства, а также при оценке торговых сортов целлюлозы.

Для того, чтобы установить, получаются ли при применении этого способа одинаковые результаты при испытании нескольких образцов одной и той же целлюлозы, была исследована отбеливаемая шведская сульфитная целлюлоза из одной партии (см. № 6 таблицы).

Дальнейшей задачей было сравнение цифр, получаемых для одного и того же сорта целлюлозы, но из различных партий. Для этого были взяты пробы из пяти вагонов германской отбеливаемой сульфитной целлюлозы. Результаты испытаний показаны в таблице

под № 8. Колебания цифр объясняются здесь различием в процессе варки.

Вполне понятно, что новый метод не лишен еще некоторых недостатков. Так, например, сульфитная на три четверти беленая и беленая соломенная целлюлоза дали слишком высокие цифры для разрывной длины, а именно 5.000 и 4.400. В таблице под № 7 представлены результаты испытания первой целлюлозы. Значительная разница в цифрах для этой целлюлозы естественна, но абсолютные слишком высокие цифры возбуждают сомнения. Однако, существует мнение, что в белой на три четверти целлюлозе мы имеем дело с максимумом крепости, быстро понижающейся при дальнейшей отбелке.

Цифры, полученные данным методом для тряпичной полумассы (см. № 9 таблицы), должны считаться весьма относительными. Для получения действительных значений надо цифры умножать на практически установленный коэффициент, по всей вероятности на 2.

Целый ряд вопросов, касающихся работы с мельницей Lamrè'n'a, как, например, о материале мельницы и шара (бронза или сталь), о количестве шаров (один или несколько), о скорости вращения, о способе сушки, о степени размола, до которого доводится масса и т. п.— подлежат дальнейшему изучению. Все же необходимо признать, что шаровая мельница Lamrè'n'a оказалась весьма пригодной для определения относительной крепости целлюлозы. Надо думать, что при помощи этой мельницы возможно будет исследовать также и ряд других свойств целлюлозы, а не только крепость.

Классификация целлюлозы, установление известных минимальных величин для разрывной длины для отдельных сортов целлюлозы, является насущной потребностью, как для производителей, так и для потребителей.

Конечно, здесь предстоят большие трудности, но ведь в отношении бумаги, при гораздо более затруднительных условиях, удалось ввести нормализацию, которая в настоящее время получила всеобщее признание.

М. В.

Способ определения белимости целлюлозы.

М. Рое (в журнале „Paper“) предлагает свой метод и аппарат для определения хлорного числа или количества хлорной извести, необходимого для отбелки целлюлозы. Способ состоит в измерении объема газообразного хлора, поглощенного двумя граммами массы, при производстве определения всегда в одинаковых условиях влажности, температуры и времени обработки.

С помощью полученных цифр и заранее вычисленного коэффициента можно быстро подсчитать количество хлорной извести, необходимое для беления данного сорта массы.