

Производство искусственного шелка.

Исторический обзор.

Мысль об изготовлении шелко-подобных нитей искусственным путем зародилась уже давно. Еще в 1734 г. знаменитый ученый Реомюр в своей книге «*Mémoires pour servir à l'histoire des insectes*» высказал предположение, что можно добыть шелк искусственным путем независимо от шелковичного червя.

Как известно, натуральная шелковая нить представляет собой затвердевшую массу, выделяемую гусеницей некоторых пород ночных бабочек (*Bombyx Mori*) в момент превращения их в куколку, при чем выделяемая гусеницей тончайшая нить (0,02 мм в диаметре) образует вокруг нее оболочку, называемую коконом. Выделяемая таким образом нить натурального шелка по своему химическому составу не представляет однородное химическое вещество, а состоит из двух концентрических слоев, из которых внутренний представляет собственно шелковое вещество, так-называем. фиброин, а наружный слой (шелковый клей)—сероцин, который растворим в воде. Добыть фиброин искусственным путем не удалось, и точный химический состав его неизвестен.

Подходящим материалом для шелко-подобных нитей оказалась целлюлоза, составляющая клеточки растений. Мысль об изготовлении шелко-подобных нитей из целлюлозы шагнула вперед только в 1845 г., когда Schönbein'у удалось получить из целлюлозы нитро-клетчатку, а из нее коллоидальный раствор. В 1855 г. Аудермас (в Лозанне) стоит уже на верном пути, поскольку он для изготовления искусственных нитей применяет целлюлозу; но все эти опыты практического значения не имели до 1884 г., когда француз Шардоне после ряда опытов блестяще решил задачу, добыв шелко-подобную нить из раствора нитро-целлюлозы в эфирно-алкогольной смеси. В 1900 г. Шардоне уже демонстрировал на Парижской выставке коллекцию образцов «искусственного шелка». После этого в течение десяти лет было взято много патентов, относящихся отчасти к улучшению старых методов изготовления шелко-подобных нитей, отчасти к новым процессам. Однако, большинство из них или совершенно не оправдали возложенных на них надежд, или давали самые незначительные результаты. Для массового изготовления до 1904 г. сохранилось только два способа: первый состоял в добывании искусственных шелковых нитей из нитро-клетчатки, а второй—в изготовлении таких же нитей из целлюлозы, растворенной в аммиачном растворе окиси меди.

Следующим шагом в направлении получения искусственного шелка является открытие способа «Вискоза», при чем нити, вырабатываемые по этому способу, составляют в настоящее время свыше 80% всей продукции искусственного шелка. Этот процесс изготовления искусственных шелковых нитей, основанный на растворимости целлюлозы, приведенной в виде ксантогената-целлюлозы (вискоза), был открыт в 1893 г. известными английскими химиками Cross и Bevan. Пробыв также долгое время в стадии опытов, этот процесс настолько усовершенствовался, что стал мало помалу вытеснять предыдущие процессы изготовления искусственной шелковой пряжи, превосходя их как по качеству, так и по дешевизне продукта. Были также опыты изготовления искусственных нитей из белковых веществ, как казеин или желатин, которые сходны по химическому составу с натуральным шелком; но оказалось, что нить, изготовленная из этих материалов, не прочна и не эластична, следовательно для ткачества не пригодна.

Первая фабрика искусственного шелка по способу Шардоне была основана в 1891 г. в Безансоне (во Франции) с ежедневной выработкой 50 кило. Производство быстро развивалось. В 1907 г. мировая производительность составляла 5.000.000 кг, а в 1925 г. насчитывалось в Европе и Америке уже более 120 фабрик с годовой производительностью в 100.000.000 кг, т.-е. производительность с 1907 г. по 1925 г. поднялась ровно в 20 раз. Первое место занимает Америка, которая вырабатывает одну треть всего мирового производства; второе место занимает Италия, а затем Англия, Франция и Германия. Цена пряжи искусственного шелка сейчас за границей не превышает 5—6 руб. за килограмм.

Искусственный прядильный процесс.

Прежде чем приступить к описанию отдельных способов изготовления искусственной шелковой пряжи, необходимо ознакомиться с общими требованиями, предъявляемыми к прядильному раствору, из которого тем или другим путем предстоит получить шелковую нить.

Искусственный прядильный процесс является подражанием натуральному. Как там, так и здесь, нить образуется путем выдавливания клейкой массы через тонкое отверстие и равномерным ее вытягиванием после того, как она затвердевает на воздухе. Для получения искусственных нитей раньше всего готовят прядильный раствор, который соответствующими приспособлениями выдавливается через капилляр, после чего раствор или непосредственно восстанавливается на воздухе в виде нити (так-наз. сухой способ), или он дает нити, проходя предварительно через другой соответствующий раствор (так-наз. мокрый способ). Для выполнения прядильного процесса необходимы следующие условия:

- 1) подходящий прядильный раствор,
- 2) необходимое приспособление для формирования и вытягивания нити, а также для собирания последней после ее затвердения,
- 3) (для мокрого способа) подходящий раствор (коагулятор), который, действуя на прядильный раствор, восстанавливает из него нить, состоящую по своему химическому составу из клетчатки.

Прядильный раствор должен обладать определенной вязкостью—способностью растягиваться в тонкую струю значительной длины, не распадаясь на капли; образовавшиеся нити должны легко застывать и иметь известную крепость и эластичность, обеспечивающие их пригодность к дальнейшей обработке. От прядильного раствора, годного для прядения, требуется еще одинаковое содержание и приблизительно одинаковая вязкость; эти свойства способствуют получению равномерной нити, что очень важно для дальнейшей ее обработки. На ряду с правильным химическим составом прядильного раствора и механический процесс имеет существенное значение для изготовления нитей хорошего качества. Может легко случиться, что из хорошего прядильного раствора получится плохая, рыхлая и лишенная блеска нить, если раствор прядется нецелесообразно.

После того как мы в общих чертах ознакомились с прядильным процессом, перейдем к более подробному описанию различных способов изготовления искусственных шелковых нитей.

Приготовление искусственного шелка из нитро-клетчатки.

Искусственная шелковая пряжа из нитро-клетчатки по способу Шардоне изготавливается в настоящее время, после ряда усовершенствований, следующим образом: хлопок, вполне очищенный, обрабатывается в фаянсовых резервуарах смесью 20—25 частей азотной кислоты (уд. вес 1,52) с 60—70 частями серной кислоты (уд. вес 1,8) при температуре 42°C в течение двух часов; целлюлоза превращается в нитро-клетчатку, после чего ее отжимают в центрофуге и промывают холодной, а затем горячей водой в течение 10—12 часов. Вполне промытая нитро-клетчатка измельчается в роллах, затем опять промывается теплой водой и вновь отжимается в центрофуге; такая нитро-клетчатка содержит еще 30—35% воды. Следующий процесс состоит в растворении нитро-клетчатки в смеси серного эфира и этилового спирта приблизительно в равных частях. Обрабатывают нитро-клетчатку этой смесью в цилиндрических, внутри выложенных оловом, вращающихся резервуарах; на 25 кг сухой нитро-клетчатки берут 50 литров эфира и 50 литров спирта. Раствор пропускают под сильным давлением (в зависимости от концентрации раствора) через фильтрпресс, пластины которого выложены слоем ваты в 10 мм толщины. Приготовленный таким образом прядильный раствор сохраняется в закрытых резервуарах в спокойном состоянии в течение 15—20 час., при чем за это время происходит окончательное растворение нитро-клетчатки. Вся аппаратура и части ее, которые приходят в соприкосновение с коллоидальным раствором, должны быть выложены оловом. Прядильный раствор, вполне подготовленный к прядению, перегоняется в вертикальный закрытый резервуар, который в верхней своей части снабжен кранами, находящимися друг от друга на расстоянии 20 мм; к этим кранам, прикреплены стеклянные капилляры. Прядильный раствор под давлением 30—40 атмосфер продавливается через стеклянные капилляры, диаметр отверстий которых составляет 0,08—0,1 мм. Нити, выходя из этих

капилляров, безцветны и на воздухе, где эфир испаряется, становятся тотчас сухими и прочными. Каждый капилляр соответствует одному волокну нити и, в зависимости от требуемой толщины нити, соединяют вместе от 10 до 30 таких волокон; это так-называемый «сухой способ». Нить в виде параллельных некрученных волокон наматывается крестообразно на шпули, при чем каждая машина имеет 100 шпуль по 50 с каждой стороны. Каждый пучок параллельных волокон обслуживают две шпули. Такая прядильная машина, где нить проходит со скоростью 40 метров в минуту, вырабатывает в среднем 50 кг в сутки. Намотанная на шпулях шелковая пряжа несколько увлажняется, а затем ссучивается на ватерах, после чего перематывается на мотки. Так как на мотках остается еще спирт и вода, их сушат в специально для этого приспособленных сушилках при температуре 45°C с усиленным притоком воздуха; затем мотки вторично промывают, белят и опять сушат. Шелковая нить после перечисленных операций содержит еще азотистые соединения, которые способствуют быстрому воспламенению пряжи; для удаления последних остатков азотистых соединений, нить денитрируют, для каковой цели ее обрабатывают сульфогидратом натрия (Na SH); при денитрировании нить теряет несколько свою крепость, что объясняется образованием окси-целлюлозы.

Приготовление искусственного шелка из целлюлозы по медно-аммиачному способу.

Этот способ изготовления искусственных шелковых нитей до распространения вискозного способа долго занимал первое место, благодаря хорошему качеству продукта и сравнительной дешевизне выработки в сравнении с шелком из нитро-клетчатки. Способ этот основан на растворимости целлюлозы в аммиачном растворе окиси меди. Медно-аммиачный раствор получается или по способу Швейтцера, т.-е. растворением окиси меди в концентрированном аммиачном растворе (22% аммиака), или по способу Райта, по которому медные стружки растворяют в крепком аммиаке при одновременном действии кислорода воздуха. Изготовление искусственных шелковых нитей по медно-аммиачному способу распадается на следующие процессы:

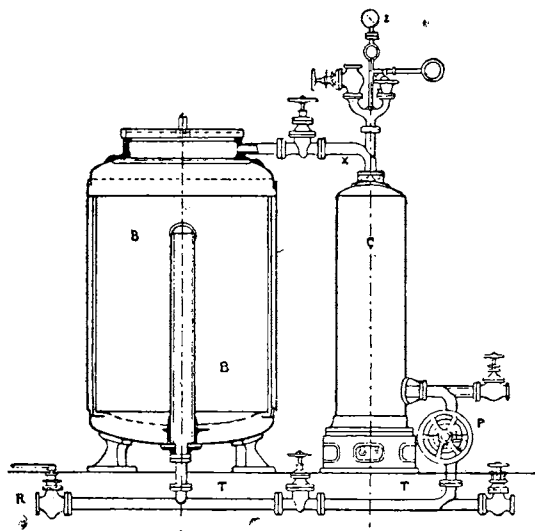
- 1) подготовка целлюлозы,
- 2) приготовление раствора аммиачной окиси меди,
- 3) растворение целлюлозы, т.-е. приготовление прядильного раствора,
- 4) прядение прядильного раствора,
- 5) ссучивание волокон в нитку после прядения,
- 6) перемотка на мотки,
- 7) мойка, отбелка и сушка пряжи.

Предварительная подготовка целлюлозы.

Хлопок, вполне очищенный, обрабатывается едким натром в автоклаве при нагревании в продолжение 3-х часов под давлением 2,5 атмосфер (фиг. 1). Вареный хлопок промывается, просушивается на воздухе, измельчается и отбеливается; затем еще раз промывается и просушивается на воздухе.

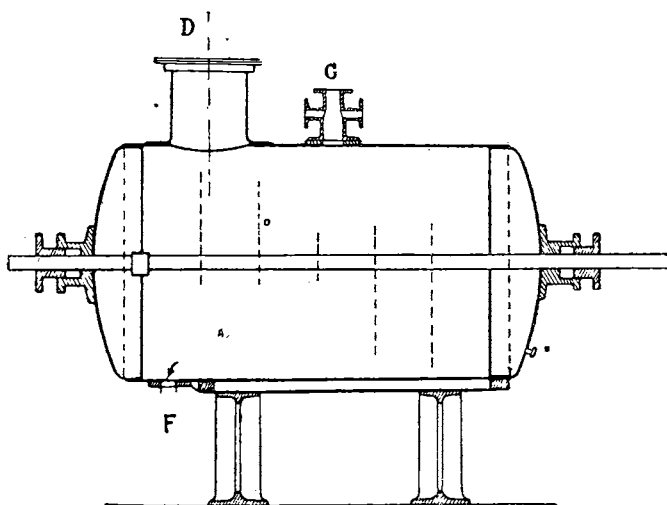
Приготовление раствора аммиачной окиси меди.

Берут чистую медь и кусочками кладут в автоклав, снабженный охлаждающим кожухом, где ее обрабатывают аммиаком; накачивают туда



Фиг. 1.

Автоклав для предварительной обработки целлюлозы. В—автоклав, С—пароперегреватель, Р—насос.



Фиг. 2.

А — мешалка, С — лопасти, D — отверстие для наполнения хлопком, F — спуск раствора, G — впуск раствора аммиачной окиси меди.

холодный воздух под давлением 2-х атмосфер. Температура раствора не должна превышать 4°C . Для ускорения растворения меди прибавляют к смеси небольшое количество молочной кислоты.

Приготовление прядильного раствора.

Раствор аммиачной окиси меди перегоняют в горизонтальный цилиндр, служащий мешалкой (фиг. 2); мешалка снабжена лопастями, которые делают от 50 до 60 оборотов в минуту; прибавляют хлопок, подготовленный как выше было указано, и перемешивают в течение 7 часов; чтобы ускорить операцию, прибавляют немного едкого натрия. При перемешивании раствор необходимо все время охлаждать. После этого раствор тщательно фильтруют через три фильтр-пресса и оставляют до прядения все время в спокойном состоянии, наблюдая, чтобы температура не превышала 4° С.

Прядение прядильного раствора.

Раствор под давлением 2,5 атмосфер перегоняется через стеклянные капилляры прядильных машин; капилляры имеют в диаметре от 0,1 до 0,2 мм. Из капилляров раствор попадает в восстановительную ванну, состоящую из кислоты или щелочи; в ванне прядильный раствор коагулируется в виде пучка параллельных, не спученных волокон, которые наматываются на небольшие стеклянные цилиндры. Шелк на цилиндрах освобождается от всяких следов кислоты (если ванна была кислотная) в слабом растворе уксусно-кислого аммиака; если ванна была щелочная, то промывка делается слабой кислотой. После этого шелк еще раз промывают водой, а затем сушат в сушилках в течение 15—20 часов при температуре 50° С. Нити затем ссучиваются на ватерах, перематываются на мотальных машинах на мотки, промываются водой, отбеливаются и опять сушатся.

С. Жирмунский.

(Окончание следует).