

Н. В. Жолнерович, ассистент; Н. В. Черная, доцент

ВЛИЯНИЕ КАТИОННЫХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ТЕЧЕНИЕ ПРОКЛЕЕННОЙ ВОЛОКНИСТОЙ СУСПЕНЗИИ

The article is devoted of features of structure formation of filamentary suspension at the presence of cationic polyelectrolytes.

Процесс формования высококачественного бумажного полотна зависит от гидродинамических процессов, протекающих при подготовке проклеенной волокнистой суспензии к отливу и напуске ее на сеточный стол бумагоделательной машины [1, 2]. Большое влияние на равномерность просвета и физико-механические показатели качества бумажного полотна оказывает концентрация проклеенной волокнистой суспензии, при которой осуществляется отлив, а также режим течения массы.

Для создания оптимальных условий формования бумаги на сеточном столе бумагоделательной машины напуск волокнистой суспензии должен осуществляться в диспергированном режиме, что достигается путем установки в напорном ящике различных диспергирующих элементов (например, ступенчатых диффузоров, потокораспределителей с трубками переменного сечения и др.). Однако при высоких скоростях движения проклеенной волокнистой суспензии наблюдается ориентация волокон по направлению движения потока, что снижает прочность бумажного полотна в поперечном направлении.

Для устранения ориентированности волокон и снижения пульсаций давления в напорном ящике служит уравнильная камера, в которой происходит резкое понижение скорости, например, после ступенчатых диффузоров и, тем самым, создается дезориентация волокон. Кроме того, при изготовлении высококачественных клееных видов бумаги в нейтральной среде в присутствии катионных полиэлектродитов при диспергировании волокнистой суспензии мо-

жет быть снижена эффективность действия последних вследствие разрушения крупных флоккул и перераспределения коагуляционных контактов в момент выхода массы на сеточный стол бумагоделательной машины. Изучение влияния этих факторов возможно на основе реологических свойств проклеенной волокнистой суспензии. Анализ движения волокнистой суспензии в различных сечениях напорного ящика показывает, что происходит постоянное повышение или понижение скорости потока. Поэтому представляет научный и практический интерес определение реологических свойств проклеенной волокнистой суспензии, содержащей катионные полиэлектродиты, при различных концентрациях массы и в условиях повышения и понижения скорости сдвига с целью управления процессами структурообразования [3, 4].

На ротационном вискозиметре были получены значения напряжений сдвига волокнистой суспензии, содержащей проклеивающее вещество, коагулянт и катионный полиэлектродит (Водамин 115), при постоянном значении скорости сдвига, а также значения напряжения сдвига при повышении и понижении скорости сдвига. Расход проклеивающего вещества составлял 1,5% от а. с. в., коагулянта – 2,0% от а. с. в. Расход полиэлектродита ($P_{пэ}$) изменяли от 0 до 0,25% от а. с. в. Концентрация волокнистой суспензии составляла 1, 2 и 3%, средневзвешенная длина волокна и степень помола соответственно были равны 1,3 мм и 32°ШР. Полученные данные представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1
Влияние катионного полиэлектродита на величину напряжения сдвига, Па, проклеенной волокнистой суспензии

Расход полиэлектродита, % от а. с. в.	Напряжение сдвига при концентрации волокнистой суспензии								
	1%			2%			3%		
	и градиенте сдвига, с ⁻¹								
	9,0	16,2	40,5	9,0	16,2	40,5	9,0	16,2	40,5
0.	5,3	3,4	3,2	133,6	122,7	120,6	213,8	175,8	166,3
0,05	4,5	7,9	2,4	118,4	62,5	83,2	356,0	316,8	309,0
0,10	4,6	14,8	4,8	190,1	142,6	114,8	431,0	451,4	356,4
0,15	4,7	19,8	15,7	352,4	157,8	145,9	246,0	269,3	269,3
0,20	5,2	14,3	33,2	58,2	154,2	164,7	247,7	261,4	285,1
0,25	5,5	22,1	15,9	208,4	318,7	241,8	245,5	247,2	182,2

Влияние катионного полиэлектролита на величину напряжения сдвига, Па, проклеенной волокнистой суспензии в условиях повышения и понижения скорости сдвига

Расход полиэлектролита, % от а. с. в.	Напряжение сдвига при градиенте скорости, с ⁻¹			
	16,2		27,0	
	при повышении скорости сдвига	при понижении скорости сдвига	при повышении скорости сдвига	при понижении скорости сдвига
0	4,5	3,5	3,5	3,0
0,05	7,9	2,3	2,8	2,0
0,10	19,7	17,9	16,2	14,8
0,15	13,8	4,7	8,1	2,3
0,20	12,6	17,3	22,7	25,2
0,25	21,7	13,8	16,5	26,0

Как видно из табл. 1, при постоянной скорости сдвига с увеличением расхода катионного полиэлектролита значение напряжения сдвига увеличивается, что обусловлено образованием дополнительных сил связей. Кроме того, увеличение напряжения сдвига наблюдается также с увеличением концентрации проклеенной волокнистой суспензии, что можно объяснить повышением степени первоначальной флокуляции массы. Увеличение при этом расхода катионного полиэлектролита в композиции волокнистой суспензии приводит к дополнительному ее упрочнению.

В процессе подготовки волокнистая суспензия в различных гидродинамических условиях имеет различный характер течения. Во время перекачивания от машинного бассейна к напускному устройству она подвергается значительным деформационным нагрузкам. При этом благодаря тиксотропным свойствам волокнистой суспензии существует динамическое равновесие, заключающееся в постоянном образовании и разрушении флокул. В напускном устройстве усилия турбулентного сдвига, действуя на волокнистую суспензию, проходящую через перфорированные плиты и валики, а также через сужающиеся каналы, приводят к созданию диспергированного режима течения. При таком режиме течения волокнистая суспензия переходит в термодинамически неустойчивое состояние, которое сохраняется только благодаря микротурбулентным диспергирующим воздействиям. Это состояние резко нарушается при выходе проклеенной волокнистой суспензии на сеточный стол бумагоделательной машины. В этот момент волокнистая суспензия, находящаяся в неустойчивом диспергированном состоянии, быстро флокулирует. Поэтому повышение концентрации массы при отливе является нецелесообразным вследствие увеличения затрат энергии на поддержание диспергированного режима течения про-

клеенной волокнистой суспензии в различных сечениях напускного устройства.

Из табл. 2 видно, что значение напряжения сдвига для проклеенной волокнистой суспензии концентрацией 1%, полученное при повышении скорости сдвига, больше, чем значение, полученное при понижении скорости сдвига, при содержании катионного полиэлектролита в композиции бумаги от 0 до 0,15% от а. с. в. Это свидетельствует о медленном протекании процесса тиксотропного восстановления структуры проклеенной волокнистой суспензии.

Однако при расходе полиэлектролита 0,20% от а. с. в. наблюдается обратная картина, т. е. напряжение сдвига, полученное в условиях повышения скорости сдвига, ниже, чем при понижении скорости сдвига. Это свидетельствует о высокой скорости тиксотропного восстановления с образованием новой более прочной структуры при данном расходе катионного полиэлектролита. Вероятно, присутствие катионного полиэлектролита в таком количестве способствует более быстрому образованию дополнительных контактов между волокнами за счет электростатического взаимодействия.

Сравнительный анализ полученных данных показал, что при использовании катионного полиэлектролита в количестве 0,20% от а. с. в. волокнистая суспензия характеризуется максимальной прочностью. При этом получено, что при данном расходе катионного полиэлектролита при понижении скорости сдвига происходит образование более прочной структуры. Следствием этого является образование дополнительных коагуляционных контактов при отливе бумажного полотна на сеточном столе бумагоделательной машины.

Для подтверждения этого при таких расходах катионного полиэлектролита были получены образцы бумаги и определены их физико-механические показатели, представленные в табл. 3.

**Влияние катионного полиэлектролита
на физико-механические свойства бумаги**

Расход полиэлектролита, % от а. с. в.	Разрывная длина, м	Поглощение энергии при разрыве, Дж/м ²	Жесткость при раз- рыве, кН/м	Модуль Юнга, ГПа
0	4120	12,5	520,7	5,21
0,05	4990	24,1	543,2	5,43
0,10	5270	30,1	580,1	5,80
0,15	5380	32,5	586,9	5,87
0,20	5430	33,4	608,5	6,09
0,25	5260	31,8	585,3	5,85

Из полученных данных видно, что при повышении прочности волокнистой суспензии повышается прочность бумаги. Максимальной прочностью обладают образцы бумаги, полученные при расходе катионного полиэлектролита 0,20% от а. с. в., при котором волокнистая суспензия характеризуется наибольшей прочностью и скоростью процессов тиксотропного восстановления.

Таким образом, установлено, что применение в композиции бумаги катионного полиэлектролита (Водамин 115) в количестве 0,20% от а. с. в. приводит к повышению прочности волокнистой структурированной сетки и бумаги. Полученные данные могут быть использованы при совершенствовании старых и проектировании новых конструкций напусковых устройств.

Литература

1. Смолин А. С., Аксельрод Г. З. Технология формования бумаги и картона. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 120 с.
2. Терентьев О. А., Смирнова Э. А., Куров В. С., Смирнов В. А. Исследование тиксотропно-реопектических свойств бумажной массы // Химия древесины. – 1992. – № 1. – С. 57–63.
3. Агеев А. Я. Влияние продолжительности наблюдения на величину напряжений в волокнистых суспензиях // Известия ВУЗов: Лесной журнал. – 1996. – № 1–2. – С. 56–60.
4. Терентьев О. А., Тотухов Ю. А., Смирнова Э. А. Реологическая оценка влияния технологических добавок на структурообразование бумажной массы // Известия ВУЗов: Лесной журнал. – 1996. – № 1–2. – С. 61–64.