

УДК 676.222:676.024.741.04

А. А. Пенкин, ассистент (БГТУ); О. А. Новосельская, ассистент (БГТУ);  
В. В. Жихарев, студент (БГТУ); Т. П. Шкирандо, науч. сотрудник (БГТУ);  
Т. В. Соловьева, профессор (БГТУ)

### ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАТИОННОГО КРАХМАЛА В КОМПОЗИЦИИ ГАЗЕТНОЙ БУМАГИ

Исследовано влияние вида и расхода катионного крахмала на время обезвоживания бумажной массы и физико-механические показатели газетной бумаги. В экспериментальных исследованиях использованы следующие виды катионных крахмалов: крахмал со средне-массовой молекулярной массой  $0,620 \cdot 10^6$  г/моль и степенью замещения 0,035 (марки «Hi-Cat C 323 A»), крахмал с молекулярной массой  $1,090 \cdot 10^6$  г/моль и степенью замещения 0,035 (марки «Amylofax PW») и крахмал с молекулярной массой  $1,090 \cdot 10^6$  г/моль и степенью замещения 0,047 (марки «Amylofax HS»). Установлено, что применение катионных крахмалов привело к повышению скорости обезвоживания бумажной массы при изготовлении газетной бумаги в среднем на 40% и повышению прочности газетной бумаги на 15% по сравнению с используемым видом катионного крахмала при существующем порядке его применения. На основании комплекса проведенных исследований для опытно-промышленной апробации в технологии газетной бумаги рекомендуется: катионный крахмал с молекулярной массой  $1,090 \cdot 10^6$  г/моль и степенью замещения 0,047; введение катионного крахмала в бумажную массу после дозирования в нее коагулянта.

Kind and consumption influence of cationic starch for the drainage of paper furnish and dry-strength of a newsprint paper is investigated. In experimental researches following kinds of cationic starch are used: starch with weight-average molecular weight  $0,620 \cdot 10^6$  g/mol and degree of substitution 0,035 («Hi-Cat C 323 A»), starch with molecular weight  $1,090 \cdot 10^6$  g/mol and degree of substitution 0,035 («Amylofax PW») and starch with molecular weight  $1,090 \cdot 10^6$  g/mol and degree of substitution 0,047 («Amylofax HS»). It is found, that application of cationic starches has led to increase drainage of paper furnish during newsprint paper manufacturing on 40% and to increase breaking length of a newsprint paper on 15%. For trial approbation in technology of a newsprint paper it is recommended: cationic starch with molecular weight  $1,090 \cdot 10^6$  g/mol and degree of substitution 0,047; introduction of cationic starch in paper furnish after dispensing in it coagulant.

**Введение.** В 2008 г. в Республике Беларусь было впервые освоено производство газетной бумаги из термомеханической массы, получаемой из древесины ели по методу RTS. Особенностью этого метода получения термомеханической массы является сочетание короткого времени термогидролитической обработки щепы при повышенной температуре (до  $170^\circ\text{C}$ ) с высокой частотой вращения дисков рафинера (до  $2600 \text{ мин}^{-1}$ ) [1].

Согласно нашим исследованиям, термомеханическая масса, используемая в композиции газетной бумаги, при степени помола в  $70^\circ\text{ШР}$  имеет фракционный состав, представленный на рис. 1.

Как видно из рис. 1, особенностью фракционного состава термомеханической массы, используемой в композиции газетной бумаги, является высокое содержание (до 36%) коротких волокон длиной менее 0,15 мм, составляющих основу так называемой мелочи. Высокое содержание мелочи обуславливает следующие проблемы: невысокую скорость обезвоживания бумажной массы; малую степень удержания волокна в структуре бумаги; невысокую прочность бумажного листа.

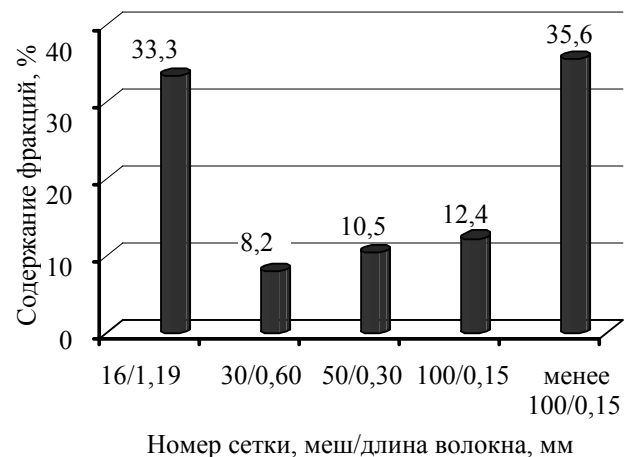


Рис. 1. Фракционный состав термомеханической массы

Невысокая скорость обезвоживания массы может быть одной из причин повышенной влажности и, обусловленной ей, низкой прочности бумажного полотна, не позволяющей достигнуть требуемой скорости бумагоделательной машины (БДМ) [2]. Малая степень удержания волокна в структуре бумаги приводит к накоплению в оборотной воде мелочи,

которая, обладая высокой удельной поверхностью, способна адсорбировать катионные средства удержания и, таким образом, снижать эффективность их действия в целом. Это вызывает необходимость повышения их расхода и плохо отражается на экологичности производства в целом, требуя больших затрат на очистку стоков. Невысокая прочность газетной бумаги может стать возможной причиной снижения ее конкурентоспособности по сравнению с импортными аналогами.

Рассмотренные выше проблемы на практике с той или иной степенью успешности решаются за счет применения вспомогательных веществ – коагулянтов, флокулянтов, так называемых микрочастиц (бентонит), упрочняющих добавок и др.

Одной из наиболее привлекательных полифункциональных добавок в настоящее время является катионный крахмал, который позволяет одновременно улучшить обезвоживание бумажной массы, повысить степень удержания волокна и упрочнить бумагу. Однако литературные сведения свидетельствуют о том, что предсказать заранее эффективность использования катионного крахмала в той или иной композиции бумажного производства не представляется возможным. Это обусловлено многочисленностью влияющих факторов, к которым относят вид бумажной массы, степень замещения и молекулярную массу катионного крахмала, вид и порядок дозирования вспомогательных химикатов и пр.

**Основная часть.** Целью настоящей работы являлось исследование особенностей использования катионного крахмала в композиции газетной бумаги.

При проведении эксперимента были использованы катионные крахмалы с технической характеристикой, представленной в табл. 1.

Таблица 1  
Техническая характеристика исследуемых катионных крахмалов

Наименование показателей	Вид катионного крахмала		
	Hi-Cat C 323 A	Amylofax PW	Amylofax HS
Степень замещения	0,035	0,035	0,047
Среднемассовая молекулярная масса, г/моль	0,620 · 10 <sup>6</sup>	1,090 · 10 <sup>6</sup>	

В табл. 1 «жирным» начертанием выделен катионный крахмал марки «Hi-Cat C 323 A», который используется в промышленном произ-

водстве газетной бумаги с расходом 5–6 кг/т бумаги. Для того чтобы оценить влияние молекулярной массы катионного крахмала, использован крахмал марки «Amylofax PW» с одинаковой степенью замещения (0,035), но с приблизительно в 2 раза большей молекулярной массой – 1,090 · 10<sup>6</sup> г/моль. Для оценки влияния степени замещения катионного крахмала использованы крахмалы марки «Amylofax PW» и «Amylofax HS» с одинаковой молекулярной массой (1,090 · 10<sup>6</sup> г/моль) и различной степенью замещения – 0,035 и 0,047.

При исследовании влияния катионных крахмалов на скорость обезвоживания бумажной массы использована методика определения времени истечения 700 см<sup>3</sup> фильтрата массы при ее обезвоживании на аппарате СР-2 (типа Шоппер-Риглера) с закрытым центральным отверстием [3].

На рис. 2 представлены результаты исследований влияния вида катионного крахмала на время обезвоживания бумажной массы без использования в ее композиции каких-либо вспомогательных химических веществ.

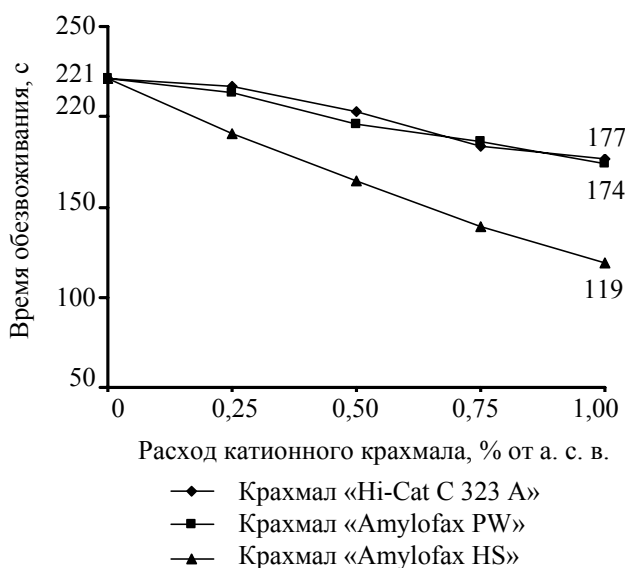


Рис. 2. Влияние катионных крахмалов на время обезвоживания бумажной массы без химических вспомогательных веществ

Из рис. 2 видно, что при увеличении расхода крахмалов от 0 до 1,00 % от а. с. в. наибольшее влияние на скорость обезвоживания бумажной массы оказывает степень замещения катионного крахмала, а не его молекулярная масса. Так, бумажная масса с катионными крахмалами с одинаковой степенью замещения имеет практически равное время обезвоживания – 174 и 177 с, тогда как крахмал с более высокой степенью замещения (0,047) сокращает время обезвоживания практически вдвое. Это можно объяснить тем, что при более

высокой степени замещения крахмала его катионные свойства становятся более выраженными, благодаря чему он формирует более плотные флокулы из отрицательно заряженных волокон термомеханической массы. Более плотные флокулы содержат меньше внутренней жидкости и сообщают, тем самым, волокнистой массе лучшее обезвоживание.

На рис. 3 представлено влияние катионного крахмала на время обезвоживания бумажной массы, содержащей весь комплекс химикатов, используемых в композиции газетной бумаги. При этом по оси абсцисс отмечен вид этих химических добавок, которые были последовательно введены в волокнистую массу (ВМ): сульфат алюминия (СА), расход 0,5% от а. с. в.; катионный крахмал (КК), расход 0,75% от а. с. в.; полиакриламид (ПАА), расход 0,035% от а. с. в.; бентонит (Б), расход 0,2% от а. с. в.

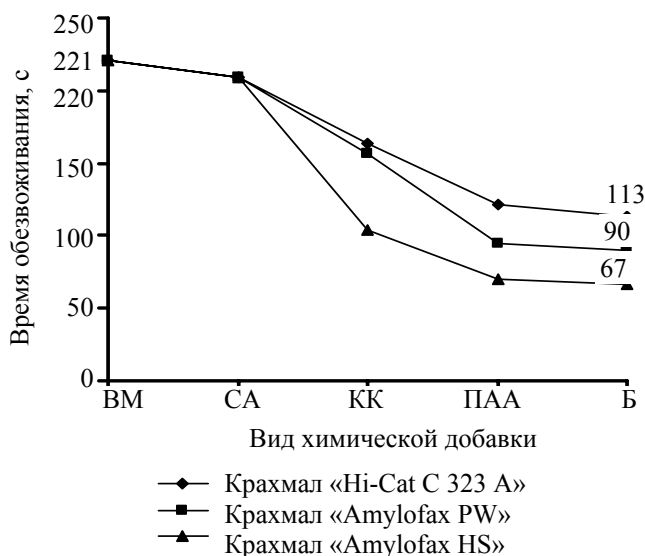


Рис. 3. Влияние катионных крахмалов на время обезвоживания бумажной массы с применением химических добавок

Из представленных данных видно, что увеличение молекулярной массы крахмала с  $0,620 \cdot 10^6$  до  $1,090 \cdot 10^6$  г/моль при одинаковой степени замещения (крахмалы «Hi-Cat C 323 A» и «Amylofax PW») приводит к сокращению времени обезвоживания с 113 до 90 с, то есть на 23 с, а увеличение степени замещения при постоянной молекулярной массе с 0,035 до 0,047 (крахмалы «Amylofax PW» и «Amylofax HS») вызывает уменьшение времени обезвоживания с 90 до 67 с, то есть также на 23 с. Следовательно, обе характеристики катионного крахмала — молекулярная масса и степень замещения — вносят равноценный вклад в улучшение обезвоживания бумажной массы. Поэтому наиболее эффективным является катионный крахмал с высокими

значениями молекулярной массы и степени замещения. Его применение привело к сокращению времени обезвоживания бумажной массы с 113 до 67 с, то есть на 40% по сравнению с используемым катионным крахмалом марки «Hi-Cat C 323 A». На основании этого можно предположить, что катионный крахмал с молекулярной массой  $1,090 \cdot 10^6$  г/моль и степенью замещения 0,047 позволит увеличить скорость обезвоживания бумажной массы при изготовлении газетной бумаги в среднем на 40%.

Катионные крахмалы наряду с обезвоживающими свойствами проявляют упрочняющее действие на бумагу. На рис. 4 представлено влияние вида катионного крахмала на разрывную длину газетной бумаги без предварительного введения в нее коагулянта (сульфата алюминия).

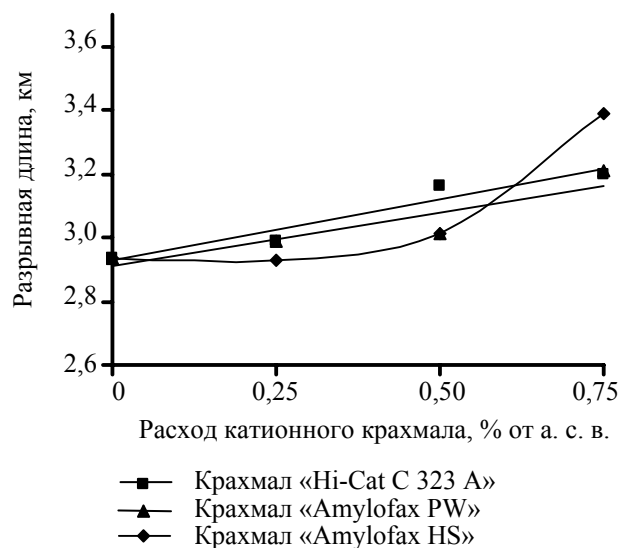


Рис. 4. Влияние вида катионного крахмала на разрывную длину газетной бумаги

Как видно из рис. 4, с повышением расхода катионного крахмала от 0 до 0,75% от а. с. в. наблюдается увеличение показателя разрывной длины бумаги с 2,95 до 3,2–3,4 км (на 10–15%). В то же время, эффективность катионных крахмалов может быть существенно повышена за счет выбора последовательности их дозирования в бумажную массу, а именно, катионные крахмалы рекомендуется вводить в бумажную массу после коагулянта. Данные, подтверждающие это при расходе катионного крахмала 0,50% от а. с. в. с предварительным введением коагулянта в бумажную массу, представлены в табл. 2.

Как видно из табл. 2, показатель разрывной длины бумаги, изготовленной с предлагаемым порядком введения катионного крахмала в бумажную массу, составляет 3,5 км, а без предварительного введения коагулянта он равен 3,0–3,1 км (рис. 4, расход крахмала 0,5% от а. с. в.), то есть на 15 % ниже. Следовательно, введение

в бумажную массу катионного крахмала с высокой молекулярной массой и высокой степенью замещения после дозирования в нее коагулянта позволило увеличить прочность газетной бумаги на 15%.

Таблица 2

**Физико-механические показатели бумаги**

Наименование показателей	Вид катионного крахмала		
	Hi-Cat C 323 A	Amylo-fax PW	Amylo-fax HS
Разрывная длина, км	3,44	3,41	3,50
Поглощение энергии при разрыве, Дж/м <sup>2</sup>	12,59	12,03	14,26

**Заключение.** На основании результатов проведенных исследований для опытно-промышленной апробации в технологии газетной бумаги

рекомендуется: катионный крахмал с молекулярной массой  $1,090 \cdot 10^6$  г/моль и степенью замещения 0,047; введение катионного крахмала в бумажную массу после дозирования в нее коагулянта.

**Литература**

1. Технология целлюлозно-бумажного производства: в 3 т. / редкол.: П. Осипов [и др.]. – СПб.: Политехника, 2002–2006. – Т. 1: Сырье и производство полуфабрикатов. Ч. 2: Производство полуфабрикатов / С. Пузырев [и др.]. – 2005. – 316 с.
2. Осипов, П. В. Повышение скорости машин: анализ и создание условий для эффективного функционирования / П. В. Осипов // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2007. – № 5. – С. 56–58.
3. Взаимодействие катионного крахмала с бумажной массой / В. И. Крупин [и др.] // Целлюлоза. Бумага. Картон. – 2005. – № 4. – С. 62.

*Поступила 26.03.2010*