

В.И. Темрук, ст. науч. сотрудник; В.В. Горжанов, инженер

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ НАТРИЙКАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПРОКЛЕЙКИ БУМАГИ ДЛЯ ПЕЧАТИ

Studded riologen characteristics of composition for the superficial glue – water solution NaKMC concentrate is 1%, 3% or 5% in the interval of temperatures from 30 to the 60°C. Definition in fluency of the parametric process glue on the property print paper.

Поверхностная проклейка – это нанесение на поверхность бумаги тонкого слоя проклеивающих веществ с массой покрытия до 6 г/м² для обеспечения высокой прочности поверхности бумаги, предохранения ее от выщипывания отдельных волокон красками, а также для уменьшения деформации бумаги при увлажнении, обеспечения совпадения красок в процессе многокрасочной печати. Особенно это важно для офсетной печати, в процессе которой бумага подвергается увлажнению водой [1, 2].

Связующими веществами, используемыми для поверхностной проклейки, как правило, являются высокомолекулярные соединения полярной природы, обуславливающей сродство их макромолекул к макромолекулам целлюлозы. Наиболее часто при поверхностной проклейке используют растворы ферментированных или катионных крахмалов и водорастворимые производные целлюлозы. В качестве производных целлюлозы, как правило, применяют ее простые эфиры – метилцеллюлозу, карбоксиметилцеллюлозу, натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы (NaKMC) [1–4].

Выбор в наших исследованиях NaKMC в качестве состава для поверхностной проклейки обусловлен ее способностью образовывать на поверхности бумаги особо гибкую и прочную пленку. Установлено, что равномерная поверхность пленки NaKMC повышает число двойных перегибов бумаги, сопротивление ее истиранию, сопротивление разрыву, улучшает печатные свойства [3].

При проведении поверхностной проклейки бумаги особое значение имеют реологические свойства проклеивающих составов, которые определяют качество покрытия, его привес, толщину и связь с бумагой-основой, а также производительность бумагоделательной машины [5]. Литературные данные о реологических свойствах NaKMC разрознены и противоречивы.

Поэтому целью работы явилось исследование реологических характеристик водных растворов NaKMC, проявляемых при изменении концентрации и температуры. Концентрацию изменяли от 1% до 5%; температуру – от 30 до 60°C. При этом определяли влияние параметров процесса проклейки на свойства печатной бумаги. Для оценки реологического поведения растворов NaKMC использовали ротационный вискозиметр «Реотест-2» [6]. Поверхностное натяжение составов определяли по методу Ребиндера [6]. При проведении исследований использовали техническую NaKMC со степенью полимеризации 450 и степенью замещения 75 (ТУ РБ 00204056.150-98).

В табл. 1 представлены физико-коллоидные свойства проклеивающих составов на основе NaKMC.

Таблица 1

Физико-коллоидные свойства проклеивающих составов на основе NaKMC

Концентрация состава, %	Динамическая вязкость, мПа·с, при температуре, °С			Поверхностное натяжение, мН/м при температуре °С		
	30	45	60	30	45	60
1	4,14	3,33	1,85	67,8	62,0	68,8

Концентрация состава, %	Динамическая вязкость, мПа·с, при температуре, °С			Поверхностное натяжение, мН/м при температуре °С		
	30	45	60	30	45	60
3	9,20	7,97	6,32	65,9	63,3	58,9
5	13,65	11,16	9,65	59,2	58,8	58,1

Как видно из табл. 1, вязкость NaКМЦ с повышением ее концентрации в растворе закономерно возрастает, а поверхностное натяжение падает. Причем степень этих изменений с повышением температуры снижается.

При поверхностной проклейке бумаги обычно используют составы вязкостью 3–9 мПа·с. Как видно из табл. 1, составы на основе NaКМЦ имеют повышенные значения вязкости даже при достаточно низких концентрациях, что, несомненно, вызывает затруднения при проведении поверхностной проклейки бумаги.

Из табл. 1 видно, что с увеличением концентрации проклеивающего состава наблюдается снижение поверхностного натяжения, что говорит о проявлении свойств поверхностно-активных веществ (ПАВ). Значительная вязкость и небольшое поверхностное натяжение составов на основе NaКМЦ обуславливают наименьшую пропитку бумажного полотна с получением пленки на его поверхности.

Исходя из данных, полученных на ротационном вискозиметре «Реотест-2», были построены кривые течения растворов NaКМЦ (рис. 1–3).

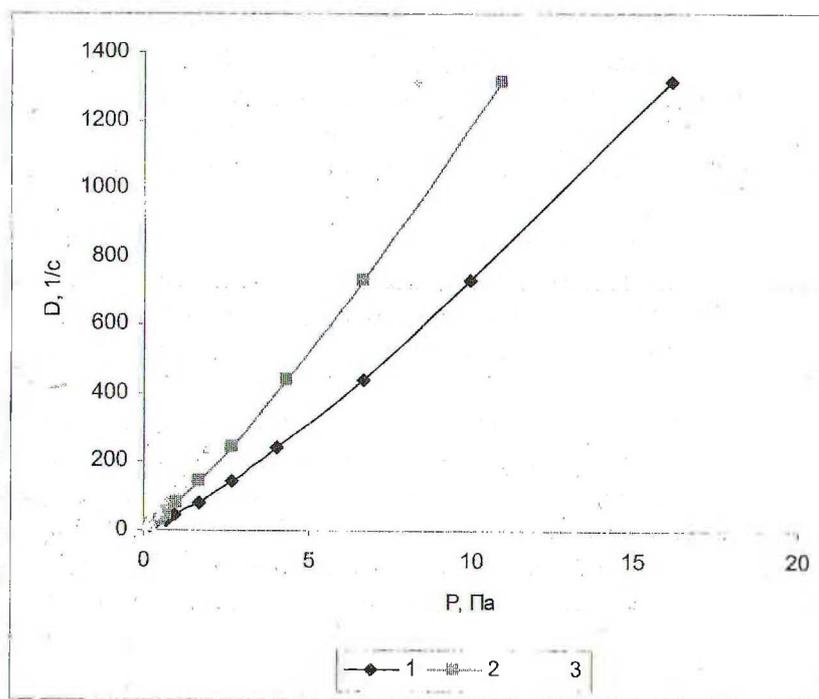


Рис. 1. Зависимость скорости сдвига (D) от напряжения сдвига (P) 1%-ного раствора NaКМЦ при различной температуре: 1 — 30°C; 2 — 45°C; 3 — 60°C

Как видно из данных, представленных на рис. 1–3, растворы NaКМЦ характеризуются неньютоновским режимом течения. Для описания этих кривых применяют уравнение Оствальда-де Вилла:

$$P = k \cdot \dot{\gamma}^n,$$

где P – напряжение сдвига; k – коэффициент, характеризующий вязкость жидкости; γ – скорость сдвига; n – индекс течения, характеризующий степень неньютоновского поведения жидкости.

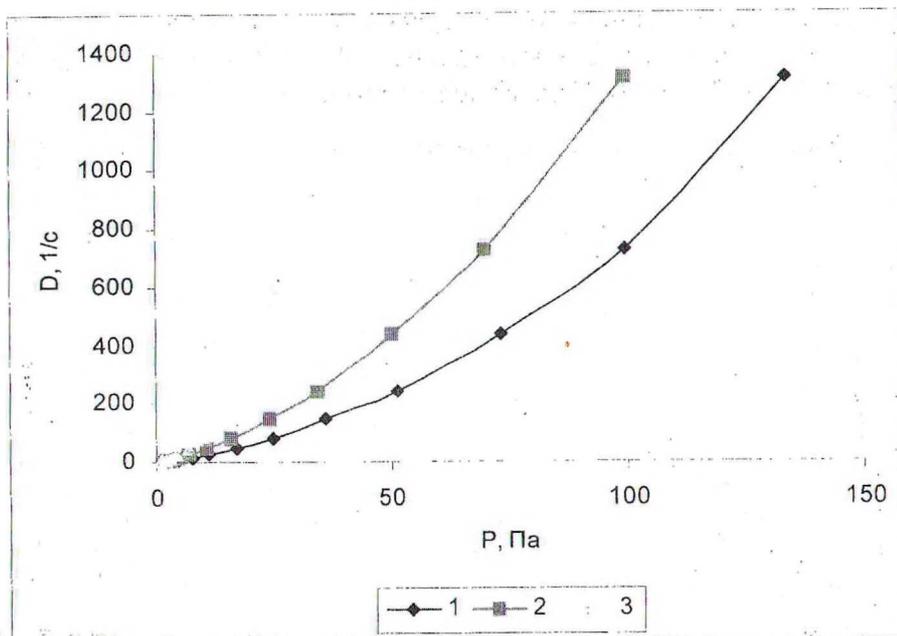


Рис. 2. Зависимость скорости сдвига (D) от напряжения сдвига (P) 3%-ного раствора NaКМЦ при различной температуре: 1 – 30°C; 2 – 45°C; 3 – 60°C

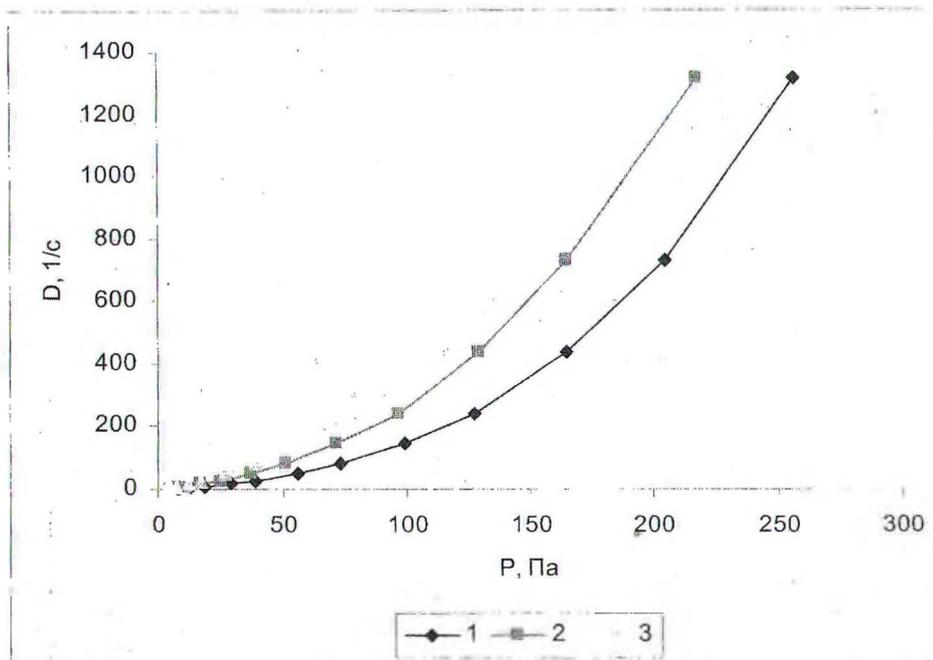


Рис. 3. Зависимость скорости сдвига (D) от напряжения сдвига (P) 5%-ного раствора NaКМЦ при различной температуре: 1 – 30°C; 2 – 45°C; 3 – 60°C

Используя уравнение Освальда де Вилла, определяли индекс течения n .

$$n = \frac{\Delta \lg P}{\Delta \lg \gamma}$$

Показатель n характеризует изменение степени структурирования системы при течении. Если $n < 1$, структурирование уменьшается. Это характерно для псевдопластического течения. Если $n > 1$, то структурирование возрастает, и преобладающим становится дилатантное течение. Величина $n = 1$ соответствует ньютоновскому течению.

Индекс течения n определяли исходя из графиков, представленных на рис. 4–6.

На рис. 4–6 представлены зависимости градиента скорости от усилия сдвига растворов NaКМЦ концентрацией 1%, 3% и 5%. Кривые построены в логарифмических координатах.

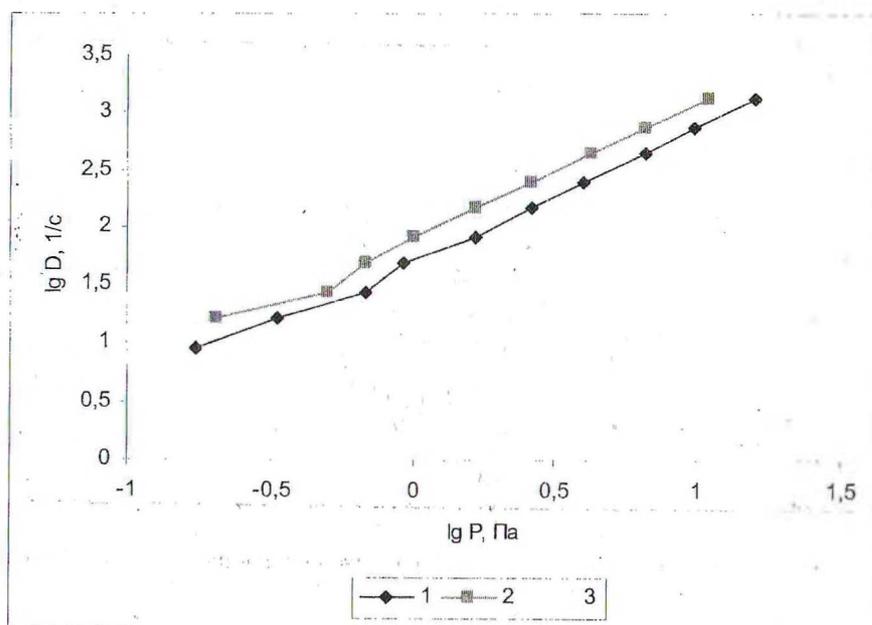


Рис. 4. Зависимость градиента скорости 1%-ного раствора NaКМЦ от усилия сдвига при различной температуре: 1 – 30°C; 2 – 45°C; 3 – 60°C

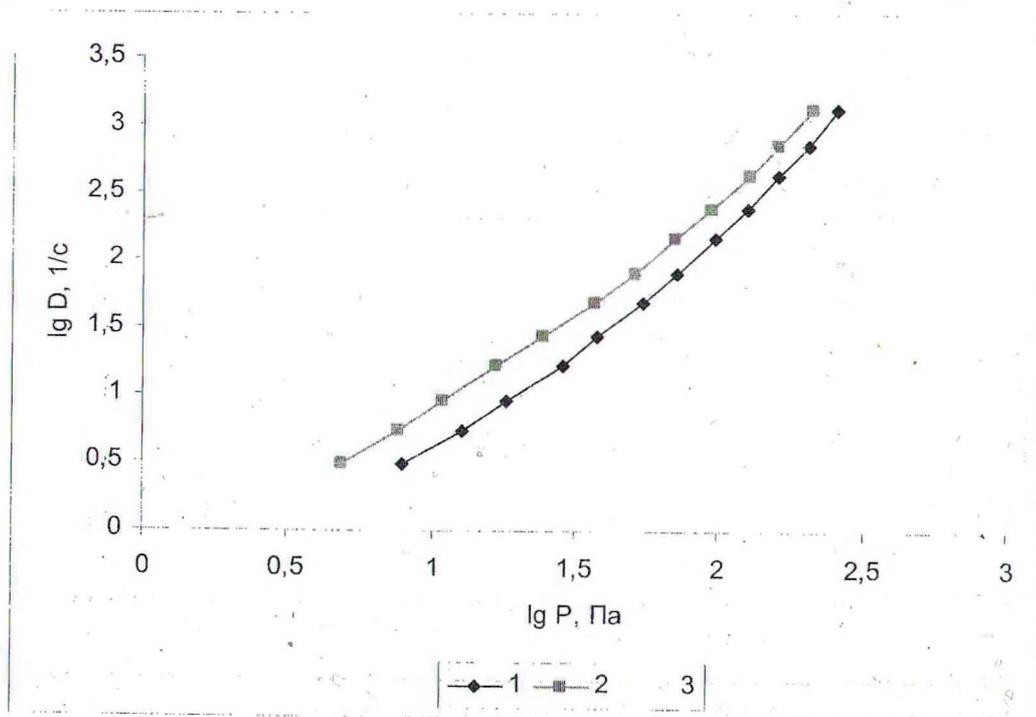


Рис. 5. Зависимость градиента скорости 3%-ного раствора NaКМЦ от усилия сдвига при различной температуре: 1 – 30°C; 2 – 45°C; 3 – 60°C

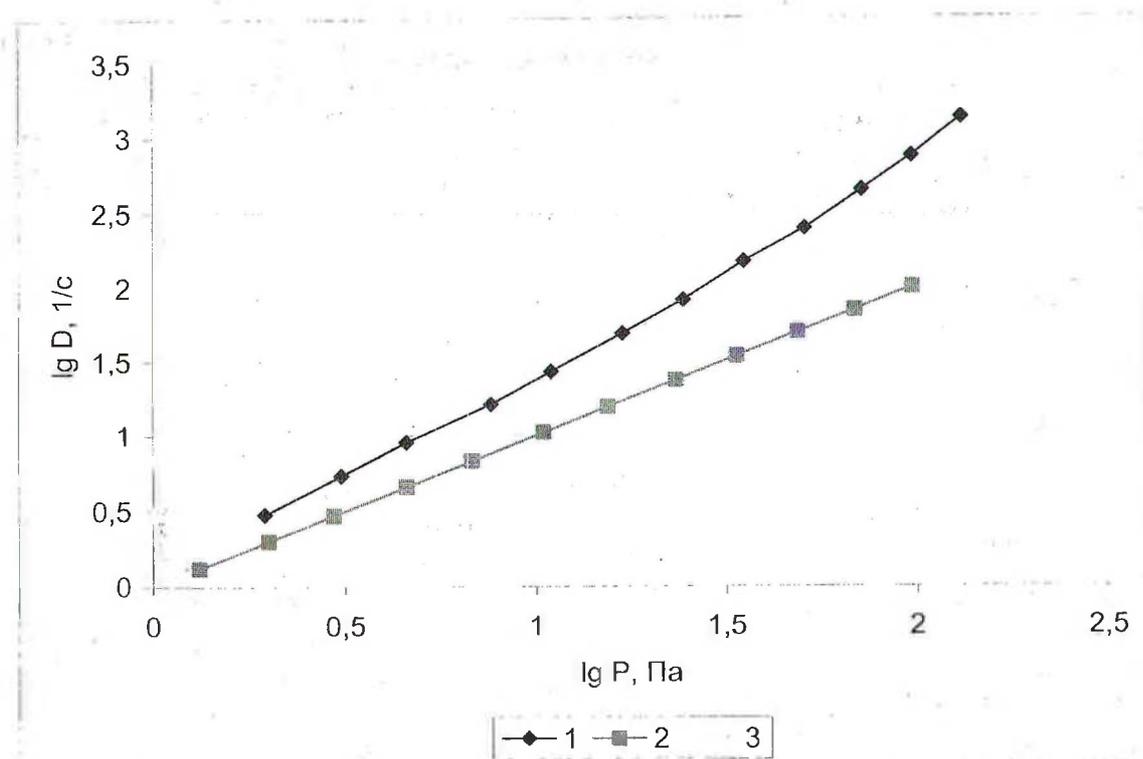


Рис. 6. Зависимость градиента скорости 5%-ного раствора NaКМЦ от усилия сдвига при различной температуре: 1 – 30⁰С; 2 – 45⁰С; 3 – 60⁰С

В табл. 2 представлены данные индекса течения проклеивающих составов на основе NaКМЦ.

Таблица 2

Индекс течения проклеивающих составов на основе NaКМЦ

Концентрация состава, %	Температура, °С	Индекс течения, <i>n</i>
1	30	0,66
	45	0,71
	60	0,61
3	30	0,57
	45	0,62
	60	0,67
5	30	0,69
	45	0,71
	50	0,71

Из табл. 2 видно, что с увеличением температуры, для 1%-ного раствора NaКМЦ показатель *n* в общем уменьшается, то есть процесс структурирования идет в меньшей степени, чем для более концентрированных растворов. Для концентрации 3% и 5%, наоборот, с увеличением температуры показатель *n* возрастает, и процесс структурирования идет в сторону увеличения; определяющим является псевдопластическое течение, при котором кажущаяся вязкость уменьшается с возрастанием скорости сдвига.

Свойства печатной бумаги массой 80 г/м², обработанной проклеивающими составами на основе NaКМЦ, представлены в табл. 3.

Свойства печатной бумаги

Наименование показателей	Концентрация состава на основе NaКМЦ, %		
	1	3	5
Сопротивление излому, ч.д.п.	7/6	8/6	8/7
Сопротивление раздиранию, Н	460	500	520
Штриховая проклейка, мм	1,4	1,6	2,0
Впитываемость (по Кобб 30), г/м ²	18	14	14
Гладкость, с	32	41	48
Зольность, %	8	8,5	9,1

Из данных табл. 3 видно, что показатели механической прочности бумаги возрастают с увеличением концентрации наносимого на поверхность бумаги раствора NaКМЦ. Показатель штриховой проклейки бумаги увеличивается, впитываемость бумагой воды уменьшается до определенного значения и далее остается практически постоянным.

Анализ данной таблицы позволяет сделать вывод о том, что прочностные и сорбционные свойства оптимально сочетаются при нанесении на поверхность бумаги 3%-го раствора NaКМЦ, что соответствует приблизительно 1 г NaКМЦ на 1 м² бумаги.

Таким образом, изучение реологических свойств составов на основе NaКМЦ позволяет сделать вывод о целесообразности использования ее 3%-ной концентрации для поверхностной проклейки печатных видов бумаги. Рекомендуется осуществлять поверхностную проклейку при 45°C, поскольку именно при этой температуре псевдопластическое течение обуславливает равномерное нанесение проклеивающего состава, что положительно сказывается на свойствах печатной бумаги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фляте Д.М. Свойства бумаги. – М.: Лесная пром-сть, 1976. – 648 с.
2. Иванов С.Н. Технология бумаги. – М.: Лесная пром-сть, 1970. – 696 с.
3. Милов Б.Г., Бондарев А.И. КМЦ как связующее при меловании бумаги // Бумажная промышленность. – 1972. – № 2. – С. 103–105.
4. Остеров М.А., Остерова И.Я. Изменение структуры бумаги при обработке в клеильном прессе бумагоделательной машины // Бумажная промышленность. – 1990. – № 8. – С. 6–8.
5. Макиевская С.И., Горский Г.М. Реологические свойства ферментированного крахмала. – В кн.: Химия и технология древесной целлюлозы. – Л.: ЛТА, 1983. – С. 62–65.
6. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / Под ред. Ю.Г. Фролова, А.С. Гродского. – М.: Химия, 1986. – 216 с.
7. Махонин А.Г. Теоретические основы процесса проклейки и разработка усовершенствованных методов изготовления клееных видов бумаги: Автореф. дис. ... д-ра. техн. наук. – Л., 1980. – 39 с.
8. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. – М.: Высш. шк., 1988. – 312 с.