

УДК 676.22.017:677.1.002.68

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФАРМООТХОДОВ В БУМАЖНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

© *Х.А. Бабаханова**, *З.К. Галимова*, *М.М. Абдуназаров*

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
ул. Шохжаҳон, 5, Ташкент, 100100 (Республика Узбекистан),
e-mail: halima300@inbox.ru*

В статье рассмотрены свойства бумаги с добавлением целлюлозной массы из отходов фармацевтической отрасли, а именно солодкового корня после извлечения экстракта. Солодковые корни после экстракции высушивали до воздушно-сухого состояния, очищали от примесей и разрезали на фрагменты длиной 10–30 мм, затем подвергали варке 2–4% раствором NaOH при гидромодуле 1 : 5, температуре 95–98 °С в течение 60–90 мин. После промывки горячей водой отбеливали в щелочной среде раствором пероксида водорода при расходе 3–4% от массы абсолютно сухой целлюлозы, гидромодуле 1 : 5, температуре 70–95 °С в течение 60–90 мин. После промывки, размола до степени помола ~60°ШР готовили отливки массой 80–90 г/м² на листоотливном аппарате. Определены физико-механические и оптические свойства опытных отливок. Выявлено, что добавление солодковой массы к хлопковой способствует образованию плотной упорядоченной структуры бумажного листа, так как короткие волокна солодкового корня заполнили промежутки между длинными волокнами хлопковой целлюлозы, что способствовало уменьшению объема пор и реакционной доступности поверхности и получению бумаги с наибольшей механической прочностью. Добавление солодковой массы к хлопковой при соотношении 10 : 2 оптимально, дальнейшее добавление способствует увеличению сорбционной впитываемости, то есть получению бумаги с пористой структурой, что нежелательно для качественного воспроизведения.

Ключевые слова: целлюлоза из хлопкового линта, солодковая целлюлоза, переработка отходов, шероховатость, пористость, механическая прочность.

Введение

Центральное место в экономике Республики Узбекистан занимает хлопковый комплекс. По объему производства хлопкового волокна республика занимает шестое место и пятое – по экспорту. Снижение объемов экспорта хлопкового волокна происходит в силу сочетания таких факторов, как частичное сокращение объемов производства хлопка и интенсивное развитие отечественной текстильной промышленности [1].

Хлопковые волокна длиной менее 6–7 мм, выделяемые из линта и неиспользуемые в текстильной промышленности, применяются с 2002 г. для получения целлюлозы на Ферганском химическом заводе. Янгиюльская целлюлозно-бумажная фабрика с 2010 г. производит хлопковую целлюлозу из линта для банкнотной бумаги, химической продукции и высокотехнологического волокна «лиоцел». Открытое акционерное общество «Наманган қоғози» выпускает офсетную бумагу из целлюлозы, полученной из хлопкового линта.

Бумага на основе целлюлозы из хлопкового линта обладает высокой белизной, прочностью, но этого недостаточно для получения четкого изображения при печатании на полиграфических предприятиях [2–4].

Бабаханова Халима Абишевна – доктор технических наук, профессор кафедры технологии полиграфического и упаковочного процессов, e-mail: halima300@inbox.ru

Галимова Зулфия Камилловна – магистр технических наук, старший преподаватель кафедры технологии полиграфического и упаковочного процессов, e-mail: Galimova1982@mail.ru

Абдуназаров Мансур Мехридинович – магистр технических наук, старший преподаватель кафедры технологии полиграфического и упаковочного процессов, e-mail: Abdunazarov@mail.ru

Для полиграфической промышленности нужна бумага, поверхность которой обладает «избирательным впитыванием», это когда маловязкий компонент печатной краски (растворитель) под действием сил капиллярного давления впитывается преимущественно в микропоры поверхностного слоя, а пигмент и пленкообразователь остаются на поверхности бумаги.

* Автор, с которым следует вести переписку.

Получение бумаги, свойства которой отвечают требованиям полиграфических предприятий, возможно при использовании в композиции бумажной массы, правильно подобранных с учетом их бумагообразующих свойств различных волокнистых материалов [5].

В этом направлении проведены исследования учеными Ташкентского института текстильной и легкой промышленности, результаты которых доказали возможность использования волокнистых материалов, полученных при переработке отходов хлопкоочистительной, шелковой, сельскохозяйственной и фармацевтической промышленности для производства бумаги с различными свойствами [6–10].

Перспективность использования отходов при производстве бумаги подтверждается их наличием за счет ежегодной воспроизводимости и невысокой стоимостью.

Использование при производстве бумаги в качестве дополнительного сырья отходов солодкового корня, образующихся до 600 тысяч тонн в год после извлечения экстракта в фармацевтической промышленности, позволит в определенной степени заменить дефицит древесного сырья и решить экологическую проблему.

Экспериментальная часть

При получении целлюлозной массы солодковые корни после экстракции высушивали до воздушно-сухого состояния, очищали от крупных посторонних примесей и разрезали на фрагменты длиной 10–30 мм. Затем сырье подвергали варке 2–4%-ным раствором NaOH при гидромодуле 1 : 5, температуре 95–98 °С в течение 60–90 мин. Полученную целлюлозную массу промывали горячей водой, отбеливали в щелочной среде раствором пероксида водорода при расходе 3–4% от массы абсолютно сухой целлюлозы, гидромодуле 1 : 5, температуре 70–95 °С в течение 60–90 мин. Отбеленную целлюлозу промывали, размалывали в воде до степени помола ~60°ШР, готовили отливки массой 80–90 г/м² на листоотливном аппарате ЛА-3 [11, 12].

Качество и возможность использования целлюлозы в бумажной отрасли выявляли по содержанию массовой доли α -целлюлозы [13] и лигнина [14].

В данной работе определяли сорбционные, физико-механические и оптические свойства опытных бумажных отливок с добавлением солодкового целлюлозы и сравнили полученные результаты с нормативными данными ГОСТ 9094-89 «Бумага для печати офсетная» для определения возможности использования бумаги на полиграфических предприятиях для печатания [15].

Обсуждение результатов

По результатам исследования свойств целлюлозной массы из отходов солодкового корня, где количество α -целлюлозы составляет 35.9%; лигнина – 11.8%, можно предположить по содержанию α -целлюлозы получение устойчивой к действию влаги (гидрофобной), но пористой, малопрочной бумаги, так как присутствие лигнина препятствует переплетению целлюлозных волокон.

Для выявления изменения физической структуры и связей между хлопковыми и вводимыми в бумажную массу солодовыми целлюлозными волокнами, определяющих надмолекулярную структуру, комплексно исследовали физико-химические и сорбционные свойства бумажной массы.

Сорбционная способность по отношению к воде определяется физической структурой, то есть соотношением упорядоченных кристаллических областей, где проявляется очень сильное межмолекулярное взаимодействие гидроксильных групп целлюлозных молекул, и неупорядоченных (аморфных) областей, где межмолекулярное взаимодействие ослаблено или же в отдельных частях отсутствует. Энергия водородных связей между молекулами воды и гидроксильными группами целлюлозы недостаточна, чтобы разрушить кристаллическую решетку. Поэтому сорбция воды происходит только в аморфных областях и не затрагивает кристаллические участки.

Для изучения физической структуры полученного целлюлозного материала, определяющей степень поглощения воды и кинетику процессов сорбции – десорбции, использовали рентгеновский дифрактометр Дрон – 3М с монохроматизированным $\text{CuK}\alpha$ – излучением 22 кВ и силе тока 12мА. Съемку проводили в интервале $2\Theta=10^\circ\text{--}35^\circ$. Результаты показали, что степень кристалличности, зависящей в основном от происхождения, для исходной хлопковой целлюлозы равна 75%, тогда как для солодкового целлюлозы – 78%.

Для оценки поверхностной структуры целлюлозы в набухшем состоянии и для выявления характеристики структурных особенностей целлюлозных волокон исследованы сорбционные свойства на высоковакуумной установке с ртутными затворами и кварцевыми весами Мак – Бэна, измерения проводили при 298 К и остаточном давлении воздуха 10^{-3} – 10^{-4} Па.

Проведенные при постоянной температуре и различной относительной влажности воздуха исследования выявили увеличение относительной величины абсорбции (табл. 1).

Известно, что при печатании колебания относительной влажности воздуха на 5 и более процентов вызывает несовмещение печатных красок на оттиске, поэтому согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» рекомендуется оптимальный параметр микроклимата на рабочих местах, по которому диапазон относительной влажности воздуха составляет от 40 до 60% [16–18].

Как следует из таблицы 1, при благоприятном диапазоне относительной влажности воздуха для образцов при соотношении хлопковой к солодковой целлюлозе 10 : 3, по сравнению с образцами при соотношении 10 : 2 сорбция паров воды увеличена. Следует, что соотношение 10 : 2 оптимально, дальнейшее добавление солодковой целлюлозы к хлопковой способствует получению волокнистой смеси, которая гораздо интенсивнее поглощает воду, то есть получению бумаги с пористой структурой, что нежелательно для качественного воспроизведения.

На основании полученных данных рассчитывали важные параметры структуры, как удельная поверхность $S_{уд}$, суммарный объем пор – W_0 и средний радиус капилляров – r_k . Результаты представлены в таблице 1. Сорбционные методы, основанные на явлении конденсации газов (адсорбатов) на открытых (доступных для молекул газа) поверхностях адсорбентов, пригодны для исследования материалов с развитой пористой структурой, позволяют надежно определить удельную поверхность пористой структуры. Удельную поверхность волокнистого материала вычислили по значениям емкости монослоя, то есть по количеству адсорбата, содержащегося в целиком заполненном монослое молекул на поверхности твердого тела (табл. 2).

Как следует из таблицы 2, у бумаги при соотношении хлопковой к солодковой целлюлозе 10 : 2 наблюдается уменьшение емкости монослоя и удельной поверхности, объяснением чему является то, что при данном соотношении образуется плотная упорядоченная структура бумажного листа, способствующего уменьшению объема пор и реакционной доступности поверхности.

Для оценки возможности использования в бумажной хлопковой композиции солодковой целлюлозы были отлиты бумажные отливки плотностью не менее 0.9 г/см³ с различным соотношением (от 10 : 1 до 10 : 5). Значения влажности малозольной (от 1.5 до 2.5%) бумаги, влияющие на механические свойства, определенные по ГОСТу 13525.19-71, в пределах нормы, то есть в процессе печатания при взаимодействии запечатываемого материала с печатной краской обеспечится без деформационных изменений точное воспроизведение (табл. 3) [19, 20].

Пористость (наличие межволоконных пространств) бумаги, косвенно связанная с плотностью, характеризует ее структуру и определяет воздухопроницаемость, впитывающую способность бумаги по отношению к воде, эмульсиям, суспензиям, чернилам, типографским краскам и другим жидким веществам, то есть оценивает ее пригодность к использованию для печати. Из данных, приведенных в таблице 3, следует, что экспериментальные виды бумаги имеют более плотную, менее пористую структуру, обеспечивающую высокую четкость изображения.

Микропористая бумага имеет средний размер пор, равный 0.01–0.05 мкм, если величина превышает, а именно 0.10–0.50 мкм, то бумага считается макропористой. Результаты показали, что исследуемые виды бумаг имеют микропористую структуру.

Исследование шероховатости опытных образцов показали, что использование солодковой целлюлозы в композиции бумаги приводит к увеличению гладкости бумаги, что будет способствовать возможности воспроизведения мелких деталей изображения (табл. 3).

Таблица 1. Результаты экспериментов по сорбции паров воды бумажных отливок при 20 °С

Соотношение хлопковая целлюлоза : солодковая целлюлоза	Относительная влажность, %						
	10	30	50	65	80	90	100
10 : 0	0.60	0.80	1.50	1.70	2.60	3.90	6.50
10 : 1	0.20	0.45	0.95	1.40	1.70	2.10	5.50
10 : 2	0.20	0.50	0.90	1.30	1.90	2.50	6.00
10 : 3	0.30	1.20	1.70	2.20	3.30	3.80	7.40

Таблица 2. Капиллярно-пористая структура образцов бумаги

Соотношение хлопковая целлюлоза : солодковая целлюлоза	Емкость моно-слоя X_m , г/г	Удельная поверхность $S_{уд}$, м ² /г	Объем пор W_o , см ³ /г	Средний радиус капилляра r_k , Å
10 : 0	0.0056	19.94	0.065	65.19
10 : 1	0.0118	17.26	0.056	67.22
10 : 2	0.0052	18.37	0.060	65.32
10 : 3	0.0157	55.32	0.070	25.30

Таблица 3. Характеристика бумаги на основе хлопковой и солодковой целлюлозы

Наименование показателей	Соотношение хлопковой целлюлозы : солодковой целлюлозы					
	10 : 0	10 : 1	10 : 2	10 : 3	10 : 4	10 : 5
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Масса, г/м ²	81.0	85.0	84.0	87.0	82.0	84.0
Толщина, мм	0.099	0.100	0.095	0.080	0.101	0.096
Влажность, %	4.40	6.00	4.50	4.41	4.62	4.50
Зольность, %	2.16	1.26	2.27	1.76	2.22	2.21
Пористость, %	45.9	42.7	42.9	40.5	46.3	42.1
Средний размер пор, мкм	0.044	0.024	0.031	0.030	0.041	0.033
Плотность, г/см ³	0.82	0.86	0.88	0.89	0.84	0.87
Шероховатость, мл/мин:						
– лицевая сторона	362	350	340	340	330	315
– сеточная сторона	631	618	600	594	581	580

Определение белизны показало, что с увеличением количества солодковой целлюлозы в композиции бумаги несколько снижаются значения белизны опытных образцов бумаги, что объясняется низкой относительно хлопковой белизной солодковой целлюлозы, равной 78.5% (табл. 4) [21].

По значениям непрозрачности можно сделать следующий вывод: исследуемую бумагу можно рекомендовать для печати однокрасочной продукции, а для печати многокрасочной продукции необходима непрозрачная бумага, для чего нужна либо дополнительная проклейка, либо изменение композиционного состава, количества наполнителя [22].

Исследование механической прочности опытных образцов с использованием разрушающих методов (разрушение при растяжении и сопротивление раздиранию) выявило, что у образцов с содержанием солодковой целлюлозы 10 : 1 и 10 : 2 в композиции при степени помола 60°ШР не столь существенное снижение, как при дальнейшем добавлении солодковой целлюлозы, когда снижение прочности при растяжении происходит резко. Известно, что более рыхлая бумага, обладающая сравнительно невысокой прочностью на разрыв, имеет более высокое сопротивление раздиранию. Это подтвердилось при проведении данного исследования.

Стойкость поверхности исследуемой бумаги к выщипыванию определяли согласно п. 7 ГОСТа 24356-80.

Запечатанные на пробопечатном приборе «Prufbau» полоски длиной 20 см экспериментальной бумаги рассматривали при освещении под углом 30–45° и выявили, что нет никаких повреждений.

Таблица 4. Значения белизны, непрозрачности и механической прочности опытных образцов бумаги

Показатели	Образцы с различным соотношением					
	10 : 0	10 : 1	10 : 2	10 : 3	10 : 4	10 : 5
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Белизна, %	89.8	89.2	88.0	87.2	86.6	86.1
Непрозрачность, %	87.1	86.6	85.5	85.0	84.8	84.2
Сопротивление раздиранию, мН	400	412	438	457	472	486
Разрушающее усилие, Н	85	80	76	72	65	59
Разрывная длина, м	5246	4706	4524	4138	3963	3512

Выводы

Добавление солодковой массы к хлопковой при соотношении 10 : 2:

– оптимально, дальнейшее добавление солодковой целлюлозы к хлопковой способствует увеличению сорбционной впитываемости, то есть получению бумаги с пористой структурой, что нежелательно для качественного воспроизведения;

- наблюдается уменьшение емкости монослоя и удельной поверхности, объяснением чему является то, что при данном соотношении образуется плотная упорядоченная структура бумажного листа, так как короткие волокна солодкового корня заполнили промежутки между длинными волокнами хлопковой целлюлозы, что способствовало уменьшению объема пор и реакционной доступности поверхности;
- приводит к получению бумаги с наибольшей механической прочностью.

Список литературы

1. Гуляев Р.А., Лугачев А.Е., Усманов Х.С. Современное состояние производства, переработки, потребления и качества хлопковой продукции в ведущих хлопкосеющих странах мира. Ташкент: «Paxtasanoat ilmiy markazi» AJ, 2017. 171 с.
2. РСТ РУз 645-95. Линт хлопковый. ТУ-1995.
3. Кадыров Б.Г., Ташпулатов Ю.Т., Примкулов М.Т. Технология хлопкового линта, целлюлозы и бумаги. Ташкент: Фан, 2005. 289 с.
4. Бабаханова Х.А. Печатно-технические свойства бумаг с компонентами волокон шелка и кенафа: дис. ... канд. техн. наук. Ташкент, 2000. 132 с.
5. Фляте Д.М. Свойства бумаги. М.: Лесная промышленность, 1986. 680 с.
6. Алимова Х.А. Основы безотходной технологии переработки натурального шелка: дис. ... докт. техн. наук. Ташкент, 1994. 264 с.
7. Буланов А.К., Азизова Х.Д. Печатно-технические свойства бумаги из различных компонентов сырья // Проблемы текстиля. 2010. №3. С. 60–62.
8. Гулямов А.Э. Разработка технологии подготовки отходов шелка для производства бумаги: дис. ... канд. техн. наук. Ташкент, 1997. 134 с.
9. Камалова С.Р., Ешбаева У.Ж., Камилова С.Д. Разработка оптимальных условий подготовки отходов кокономотального производства для изготовления бумаги // Проблемы текстиля. 2010. №3. С. 66–67.
10. Усманов А., Худойбердиева Д.Б. Изучение возможностей получения целлюлозы из однолетних растений // Проблемы текстиля. 2010. №2. С. 80–81.
11. Патент №04879 (Узбекистан). Способ получения целлюлозы / Д.С. Набиев, И.А. Набиева, Х.А. Бабаханова, Ф.Н. Шахидова. – 2014.
12. Патент №04981 (Узбекистан). Состав для изготовления бумаги / Д.С. Набиев, И.А. Набиева, Х.А. Бабаханова, Ф.Н. Шахидова, З.Д. Галимова. 2014.
13. Пен Р.З. Технология целлюлозы: в 2 т. Красноярск, 2002. Т. 1. 340 с.
14. ГОСТ 11960-79. Полуфабрикаты волокнистые и сырье из однолетних растений для целлюлозно-бумажного производства. Метод определения лигнина. М., 1979. 8 с.
15. Тягунов А.Г., Воробьев С.А., Арапова С.П. Материаловедение: лабораторный практикум. Екатеринбург, 2009. 49 с.
16. Фролов М.В. Структурная механика бумаги. М., 1982. 272 с.
17. Аким Э.Л. Обработка бумаги. М., 1979. 230 с.
18. Папков С.П., Файнберг Э.З. Взаимодействие целлюлозы и целлюлозных материалов с водой. М., 1976. 231 с.
19. Бабаханова Х.А., Шахидова Ф. Бумага на основе хлопковой и солодкового целлюлозы // Полиграфия. 2011. №2. С. 34–35.
20. Галимова З.К., Бабаханова Х.А. Исследование влияния введенного в состав бумаги солодкового целлюлозы на свойства бумаг // Проблемы текстиля. 2011. №4. С. 50–52.
21. Бабаханова Х.А. Создание системы «Сырьёе–бумага–оттиск», обеспечивающей заданные печатные свойства бумаги, содержащей вторичные волокнистые материалы: дис. ... докт. техн. наук. Ташкент, 2016. 204 с.
22. Ахмедова З.А., Бабаханова Х.А. Влияние композиции бумаги на качество печати // Проблемы текстиля. 2013. №2. С. 98–102.

Поступила в редакцию 14 января 2020 г.

После переработки 26 марта 2020 г.

Принята к публикации 7 апреля 2020 г.

Для цитирования: Бабаханова Х.А., Галимова З.К., Абдуназаров М.М. Использование фармоотходов в бумажной отрасли Республики Узбекистан // Химия растительного сырья. 2020. №3. С. 285–290. DOI: 10.14258/jcrpm.2020037298.

*Babakhanova Kh.A.**, Galimova Z.K., Abdunazarov M.M. USE OF PHARMACEUTICAL WASTE IN PAPER INDUSTRY OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Tashkent Institute of Textile and Light Industry, ul. Shokhzhakon, 5, Tashkent, 100100 (Republic of Uzbekistan),
e-mail: halima300@inbox.ru

The article gives the consideration to the properties of paper with the addition of pulp mass from the waste of the pharmaceutical industry, namely licorice root after removing extraction. Licorice roots were dried to air-dry state after extraction, cleaned of wastes and cut into fragments 10–30 mm long, then subjected to pulping with 2–4% NaOH solution at a hydro module 1 : 5, at a temperature of 95–98 °C for 60–90 minutes. After washing with hot water, they are bleached in an alkaline medium with a solution of hydrogen peroxide at a consumption of 3–4% of the mass of absolutely dry cellulose, hydro module 1 : 5, temperature 70–95 °C for 60–90 minutes. After washing, grinding to a gristing degree of ~60°ShR, prepared castings weighting 80–90 g/m² on a leaf-casting mashine. Physical, mechanical and optical properties of experimental castings are determined. Revealed that the addition of malt mass of the cotton contributes to the formation of dense orderly structures of the paper sheet, as short fibers of licorice filled the gaps between the long fibers of cotton pulp, thereby reducing the pore volume and reactive surface availability and receipt paper with the highest mechanical strength. Adding malt mass to cotton mass at a ratio of 10 : 2 is optimal, further replenishment contributes to an increase in sorption absorption, that is, to obtain paper with a porous structure, which is not desirable for high-quality reproduction.

Keywords: cotton lint pulp, licorice pulp, malt, waste processing, roughness, porosity, mechanical resistance.

References

- Gulyayev R.A., Lugachev A.Ye., Usmanov Kh.S. *Sovremennoye sostoyaniye proizvodstva, pererabotki, potrebleniya i kachestva khlopkovoy produktsii v vedushchikh khlopkoseyushchikh stranakh mira*. [The current state of production, processing, consumption and quality of cotton products in the leading cotton-growing countries of the world]. Tashkent, 2017, 171 p. (in Russ.).
- RST RUz 645-95. *Lint khlopkovyy. TU-1995*. [RST RUz 645-95. Cotton lint. TU-1995]. (in Russ.).
- Kadyrov B.G., Tashpulatov Yu.T., Primkulov M.T. *Tekhnologiya khlopkovogo linta, tsellyulozy i bumagi*. [Cotton linters, cellulose and paper technology]. Tashkent, 2005, 289 p. (in Russ.).
- Babakhanova Kh.A. *Pechatno-tekhicheskiye svoystva bumag s komponentami volokon shelka i kenafa: dis. ... kand. tekhn. nauk*. [Printing and technical properties of papers with components of silk and kenaf fibers: dis. ... Cand. tech. sciences]. Tashkent, 2000, 132 p. (in Russ.).
- Flyate D.M. *Svoystva bumagi*. [Properties of paper]. Moscow, 1986, 680 p. (in Russ.).
- Alimova Kh.A. *Osnovy bezotkhodnoy tekhnologii pererabotki natural'nogo shelka: dis. ... dokt. tekhn. nauk*. [Fundamentals of waste-free technology for processing natural silk: dis. ... doct. tech. sciences]. Tashkent, 1994, 264 p. (in Russ.).
- Bulanov A.K., Azizova Kh.D. *Problemy tekstilya*, 2010, no. 3, pp. 60–62. (in Russ.).
- Gulyamov A.E. *Razrabotka tekhnologii podgotovki otkhodov shelka dlya proizvodstva bumagi: dis. ... kand. tekhn. nauk*. [Development of technology for the preparation of silk waste for paper production: dis. ... Cand. tech. sciences]. Tashkent, 1997, 134 p. (in Russ.).
- Kamalova S.R., Yeshbayeva U.Zh., Kamilova S.D. *Problemy tekstilya*, 2010, no. 3, pp. 66–67. (in Russ.).
- Usmanov A., Khudoyberdiyeva D.B. *Problemy tekstilya*, 2010, no. 2, pp. 80–81. (in Russ.).
- Patent 04879 (UZ). 2014. (in Russ.).
- Patent 04981 (UZ). 2014. (in Russ.).
- Pen R.Z. *Tekhnologiya tsellyulozy: V 2-kh t.* [Cellulose technology: In 2 volumes]. Krasnoyarsk, 2002, vol. 1. 340 p. (in Russ.).
- GOST 11960-79. *Polufabrikaty voloknistyye i syr'ye iz odnoletnikh rasteniy dlya tsellyulozno-bumazhnogo proizvodstva. Metod opredeleniya lignina*. [GOST 11960-79. Semi-finished fibrous products and raw materials from annual plants for pulp and paper production. Method for the determination of lignin]. Moscow, 1979, 8 p. (in Russ.).
- Tyagunov A.G., Vorob'yev S.A., Arapova S.P. *Materialovedeniye. Laboratornyy praktikum*. [Materials Science. Laboratory workshop]. Ekaterinburg, 2009, 49 p. (in Russ.).
- Frolov M.V. *Strukturnaya mekhanika bumagi*. [Structural mechanics of paper]. Moscow, 1982, 272 p. (in Russ.).
- Akim E.L. *Obrabotka bumagi*. [Paper handling]. Moscow, 1979, 230 p. (in Russ.).
- Papkov S.P., Faynberg E.Z. *Vzaimodeystviye tsellyulozy i tsellyuloznykh materialov s vodoy*. [Interaction of cellulose and cellulosic materials with water]. Moscow, 1976, 231 p. (in Russ.).
- Babakhanova Kh.A., Shakhidova F. *Poligrafiya*, 2011, no. 2, pp. 34–35. (in Russ.).
- Galimova Z.K., Babakhanova Kh.A. *Problemy tekstilya*, 2011, no. 4, pp. 50–52. (in Russ.).
- Babakhanova Kh.A. *Sozdaniye sistemy «Syr'yo–bumaga–ottisk», obespechivayushchey zadannyye pechatnyye svoystva bumagi, sodержashchey vtorichnyye voloknistyye materialy: dis. ... dokt. tekhn. nauk*. [Creation of the system "Raw material-paper-print", providing the specified printing properties of paper containing secondary fibrous materials: dis. ... doct. tech. sciences]. Tashkent, 2016, 204 p.
- Akhmedova Z.A., Babakhanova Kh.A. *Problemy tekstilya*, 2013, no. 2, pp. 98–102. (in Russ.).

Received January 14, 2020

Revised March 26, 2020

Accepted April 7, 2020

For citing: Babakhanova Kh.A., Galimova Z.K., Abdunazarov M.M. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2020, no. 3, pp. 285–290. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2020037298.

* Corresponding author.