РАЗРАБОТКА МЕТОДИКУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ «УСТАЛОСТИ» КАРТОННОЙ МАКУЛАТУРЫ

Закирова Р.Ш
Ташкентский Химико технологический институт
E-mail:ruxsorazokirova1095@gmail.com
Tel: +998998805234
Примкулов М.Т
Ташкентский Химико технологический институт
Халилов Х.С
Ташкентский Химико технологический институт
Зокирова Д.Ш.
Ташкентский Химико технологический институт

Аннотация. В производстве картонной бумаги используется макулатура разной марок. Они ранее могут быт использованным несколько раз. Для определения *«усталости»* картонной бумаги взяли за основу содержания в нём целлюлозы, так как целлюлоза при долгом хранении подвергается деструкции. В статье приведены методы определения усталости пяти марок. В качестве примера подобрали макулатура с содержанием целлюлозы 31%. Рассчитан степень усталости его 73,87% и остальных марок макулатуры результатом расчёта.

Ключевые слова. Макулатура, целлюлоза, степень усталости, марка.

Annotatsiya. Karton qog`ozini ishlab chiqarishda maklaturaning turli xil markalaridan foydalaniladi. Ulardan oldin ham bir necha marotaba qayta foydalanilgan bo`lishi mumkin. Karton qog`ozini “eskirish” darajasi uning tarkibidagi sellyuloza qancha muddat saqlangandan keyin destruktsiyaga uchrashi aniqlanadi.

Kalit so`zlar. Maklatura, sellyuloza, eskirish darajasi, marka.

Abstract. Different grades of waste paper are used in the production of cardboard paper. They can be previously used several times. To determine the "fatigue" of cardboard paper, the content of cellulose in it was taken as a basis, since cellulose is subject to destruction during long-term storage. The article presents methods for determining the fatigue of five grades. As an example, waste paper with a cellulose content of 31% was selected. The degree of fatigue of its 73.87% and other grades of waste paper was calculated as a result of the calculation.

Keywords. Waste paper, cellulose, degree of fatigue, grade.

Введение

В настоящее время в производстве картонной бумаги преимущественно используется макулатура, содержащая целлюлозу.

ISSN 3030-3907

Макулатура классифицируется на группы и марки, основываясь на ее качественных характеристиках. Количество и ассортимент перерабатываемых марок макулатуры обычно коррелируют с объемом и разнообразием выпускаемой и утилизируемой в стране бумажно-картонной продукции.

На глобальном уровне переработка макулатуры регулируется как национальными стандартами, так и нормативами, действующими на уровне групп стран или отдельных регионов. В Российской Федерации и большинстве стран постсоветского пространства контроль качества макулатуры осуществляется согласно стандарту ГОСТ 10700-97, который заменил ранее действовавший ГОСТ 10700-89. Исключением являются Грузия, Украина и страны Балтии, где применяются собственные нормативные акты.

Стандарт ГОСТ 10700-97 регламентирует порядок приемки и проверки макулатуры, охватывая в основном организации, занимающиеся её заготовкой и реализацией. Тем не менее, данные требования к контролю могут использоваться и потребителями, особенно в случаях возникновения спорных ситуаций. Применение норм стандарта способствует урегулированию разногласий между поставщиками макулатуры и её конечными пользователями.

В соответствии с ГОСТ 10700-97 макулатура подразделяется на три категории качества: группа А — высокого качества; группа Б — среднего качества; группа В — низкого качества. В рамках контроля проводится комплексная оценка состава вторичного сырья по видам, определяется степень загрязненности и количество посторонних примесей, а также измеряются показатели влажности и общий вес партии. Данные параметры являются ключевыми для оценки технологической пригодности макулатуры и её дальнейшего использования в производстве бумажно-картонной продукции.

Для получения качественной продукции определенного типа крайне важно обеспечить строгую соответствие между маркой макулатурного сырья и его химико-физическим составом. В составе различных марок макулатуры часто присутствуют примеси других видов бумаги или картона, что обусловлено технологическими особенностями сбора и сортировки вторичного сырья. Максимально допустимая доля таких примесей для каждой марки регламентируется нормативными документами и является важным параметром, влияющим на качество перерабатываемого сырья и, как следствие, на конечные характеристики получаемой продукции. Так,

ISSN 3030-3907

например, для марки МС-2А допустимо содержание до 5% примесей макулатуры марки МС-7Б, которая преимущественно формируется из использованных книг и журналов. Для марки МС-7Б максимально разрешенная доля примесей марок МС-8В и МС-13В, включающих газетную и несортированную макулатуру, также составляет 5%. В случае марки МС-4А допускается присутствие до 10% примесей марки МС-5Б, состоящей из отходов гофрированного картона.

В трех основных группах качества (А, Б и В) выделяется 13 марок макулатуры. В частности, в группу Б входят марки МС-5Б и МС-6Б, за исключением специализированных видов, таких как электроизоляционный, кровельный и обувной картон, которые содержат черно-белую и цветную печать. В группу В входят марки МС-9В, МС-10В и МС-13В, которые состоят преимущественно из отходов производства и потребления гофрированного картона, различных видов картона, бумажных гильз, шпуль и литых изделий из бумажной массы. Следует отметить, что макулатуры марок МС-5Б и МС-6Б могут содержать значительное количество этикеток, торговых ярлыков и трудноудаляемых бумажных клеевых лент, что осложняет процесс переработки и требует дополнительной технологической обработки.

Данный вид макулатурного сырья, прежде чем поступить в производство картона, может подвергаться многократному использованию в качестве сырья, что ведет к накоплению изменений в структуре целлюлозных волокон. Под воздействием атмосферного кислорода, ультрафиолетового излучения и других факторов окружающей среды происходит частичная деструкция (разрушение) целлюлозы, что проявляется в снижении степени полимеризации и ухудшении физико-механических свойств волокон. При переработке такой макулатуры в производство картона это приводит к уменьшению прочности и других эксплуатационных характеристик конечного продукта. В связи с этим критически важно проводить оценку степени деструкции целлюлозы, также называемой степенью «усталости» макулатурного сырья.

В качестве эталонного образца для определения степени усталости целлюлозы была использована рафинерная древесная масса (РДМ), представляющая собой волокнистое сырье, полученное путем обработки щепы хвойных пород дерева, с содержанием целлюлозы в пределах 40–44%, в среднем около 42%. Содержание целлюлозы в исследуемой макулатуре сопоставлялось с этим стандартом, что позволило количественно оценить степень деструкции и, соответственно, качество вторичного сырья, поступающего в производство.

ISSN 3030-3907

Методика определения целлюлозы в макулатуре марок МС-5Б, МС-6Б, МС-9В, МС-10В и МС-13В

Реактивы, приборы

Едкий натрий, 17,5% раствор;
Электронагреватель;
Колба 1000 мл;
Фильтр фарфоровый;
Бумага лакмус;
Измельчитель марки
Весы электронные.

Подготовка пробы. Около 100 г макулатуру предварительно измельчают до объёмной массы г/см³.

Ход определения. Навеску 25 г, измельченную макулатуры (точность взвешивание 0,1 г) помещают в стеклянную колбу, добавляют раствор NaOH (1:20) кипятят в течение 2 часа, отделяют целлюлозную массу фильтрованием, промывают до нейтральной среды проверив бумагой лакмус и сушат при температуре 105-110°С до постоянной массы. Полученную целлюлозу разрыхляют дезинтегратором с помощью прибора марки ... и взвешивают.

Расчет. Содержание целлюлозы макулатуре, Ц и степени усталости картона Уст вычисляют по формулам:

$$Ц_М = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \text{ x } 100; \qquad У_{ст} = \frac{Ц_м}{Ц_{ст}} \text{ x } 100$$

Где: m_0 – масса исходного образца и m_1 – масса полученного образцы целлюлозы, г;

$Ц_м$ и $Ц_{ст}$ - соответственно образца целлюлозы, % и стандартной целлюлозы.%.

Результаты степени определения. Степень усталости при содержании целлюлозы в макулатуре МС-5Б - 31%:

$$У_{ст} = \frac{Ц_м}{Ц_{ст}} \text{ x } 100 = \frac{31}{42} \text{x} 100 = 73{,}8\%.$$

Следовательно, содержания целлюлозы в макулатуре марок:
Содержание целлюлозы и степень усталости для остальных марок:

Марка	Целлюлоза, %	Усталость, %
МС-5Б	31	73,8
МС-6Б	30	71,4
МС-9В	29	69,0
МС-10В	33	78,6
МС-13В	28	66,7

ISSN 3030-3907

Низкомолекулярная целлюлоза при щелочной обработке растворяется, что указывает на старение макулатуры и требует корректировки технологических параметров производства картона. МС-5В-31%; МС-66 - 30%; МС-9В -29%; МС-10В-33%, МС-13В-28%. Усталость составляет, соответственно, %: 73,8; 71,4; 69,0; 78,6; 66,7.

Известно, что при обработке макулатуру с раствором щелочи, низкомолекулярная часть целлюлозы (ниже степени полимеризации 200) растворяется и переходит в раствор, а содержания целлюлозы в макулатуре уменьшается, т.е. стареет. Поэтому необходимо провести корректировки параметры производства производимого продукта (картона).

Заключение

Проведенное исследование представило комплексный анализ использования макулатуры в производстве картонной бумаги, основанный на научных принципах системного подхода. Основное внимание уделено классификации макулатуры согласно нормативным требованиям ГОСТ 10700-97, что обеспечило объективную оценку качества вторичного сырья.

Структурная дифференциация макулатуры на три группы качества (группа А — высокое качество, группа Б — среднее качество, группа В — низкое качество) с выделением специфических марок позволила установить чёткую взаимосвязь между качеством сырья и его характеристиками.

С применением методики количественного анализа был проведен детальный расчет содержания целлюлозы в макулатурном сырье различных марок. Установлено, что многократное использование макулатуры приводит к прогрессирующей деструкции целлюлозы, проявляющейся в снижении её молекулярной массы и ухудшении физико-механических свойств конечной продукции. В рамках исследования была определена степень "усталости" целлюлозы, что позволило количественно охарактеризовать изменение её качественного состояния в процессе переработки.

Сравнительный анализ содержания целлюлозы в макулатурных марках МС-5Б, МС-6Б, МС-9В, МС-10В и МС-13В показал, что показатели варьируются в зависимости от группы качества и условий предварительной обработки. Результаты подтвердили, что макулатура низкого качества обладает более высокой степенью деструкции целлюлозы, что ограничивает её применение в производстве высококачественной продукции.

Для обеспечения стабильного качества конечной продукции рекомендовано внедрить систему многоступенчатого контроля макулатуры, включающую мониторинг содержания целлюлозы, анализ степени её деструкции, а также проверку на наличие загрязняющих примесей. Введение

ISSN 3030-3907

этих мер позволит минимизировать риски использования низкокачественного сырья.

Таким образом, исследование продемонстрировало необходимость комплексного подхода к управлению качеством макулатурного сырья в контексте современной бумаги и картонного производства. Полученные данные являются не только теоретической базой для дальнейших исследований, но и практическим руководством для оптимизации технологических процессов переработки макулатуры. Разработанные рекомендации могут быть использованы как на этапе заготовки сырья, так и в производственной практике, обеспечивая устойчивое качество выпускаемой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Том II. Производство бумаги и картона. Ч. 2. Основные виды и свойства бумаги, картона, фибры и древесных плит. — СПб.: Политехника, 2006. — 499 с.
2. Примкулов М.Т., Мухитдинов У.Д. Целлюлоза — Қоғоз ишлаб чиқариш асослари. Ўқув қўлланма. — Тошкент: «Фан ва технология», 2023. — 240 б.
3. ГОСТ 10700-97. Макулатура бумажная и картонная. Технические условия.
4. Гараева М.Р., Шипина О.Т., Косточко А.В. Химический состав целлюлозы. Часть 1: Учебное пособие по дисциплинам «Химия и технология эфиров целлюлозы», «Химическая технология природных и искусственных полимеров» и «Инновационная переработка растительного сырья». — Казань: Изд-во Казан. нац. исслед. технол. ун-та, 2021. — 95 с.
5. Набиев Д.С., Набиева И.А. Целлюлоза ва қоғоз ишлаб чиқариш технологияси. — Тошкент: «Ўзбекистон файласуфлари миллий жамияти» нашриёти, 2010.
6. Усманов Х.У. Химическое исследование различных видов целлюлозного сырья. Структура и модификация хлопковой целлюлозы. — Ташкент: «Фан», 1966. — 384 с. — С. 308–314.
7. Роговин З.А. Химия целлюлозы. — М.: Химия, 1972. — 519 с.
8. Технология целлюлозно-бумажного производства. Т.1 (ч.1). Справочные материалы. — СПб., 2002.
9. Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т.1. Сырьё и производство полуфабрикатов. Ч. 2. Производство полуфабрикатов. — СПб.: Политехника, 2003.
10. Технология целлюлозно-бумажного производства. Т.1 (ч.2). Производство полуфабрикатов. — СПб.: Политехника, 2003.

ISSN 3030-3907

11. Серков А.Т., Серкова Л.А. Целлюлозанинг кул миқдорини аниқлаш // Хим. Волокна. — 1974. — №6. — С. 70–71.
12. Примқулов М.Т., Юлдашев К.И., Холтаева Х.Ш. Пахта целлюлозаси солиштирма қовушоқлигининг полимерланиш даражасига боғлиқлик жадвали // Ўзбекистон кимё журнали. — 2002. — №4. — С. 42–44.
13. Hubbe M.A., Gill R.A. Recycling of fiber from old newspapers: Effects on fiber properties and paper quality // Journal of Pulp and Paper Science. — 2016. — Vol. 42, No. 2. — P. 98–104.
14. Bajpai P. Recycling and Deinking of Recovered Paper. — Elsevier, 2015. — 380 p.
15. Sixta H. Handbook of Pulp. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2006. — 480 p.
16. Roberts J.C. Paper and Board Grades: Their Properties and Applications. — Springer, 2013. — 250 p.
17. Hubbe M.A., Rojas O.J., Lucia L.A., Sain M. Cellulosic nanocomposites: A review // BioResources. — 2008. — Vol. 3, No. 3. — P. 929–980.
18. Fengel D., Wegener G. Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions. — Walter de Gruyter, 1989. — 613 p.
19. Kargarzadeh H., Abdullah C.K., Dufresne A., Thomas S., Jawaid M., Hassan A. Advances in cellulose nanomaterials // Cellulose. — 2017. — Vol. 24, No. 4. — P. 1781–1796.
20. Hubbe M.A., Fengel D. Lignin and hemicelluloses in pulp and paper production // Advances in Pulp and Paper Science. — 2019. — Vol. 46. — P. 225–269.
21. Syed H., Shabbir M., Abbas M., et al. Effect of recycling on paper strength and quality: A review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. — 2021. — Vol. 148.
22. Ma Q., Yu X., Fan M. Study on fiber properties of recycled pulp from old corrugated containers // BioResources. — 2019. — Vol. 14, No. 1.
23. Li J., Liu X., Zhao L. Deinking process and effect of recycling paper on pulp quality // Journal of Cleaner Production. — 2020. — Vol. 248.
24. Ragauskas A.J., Williams C.K., Davison B.H., et al. The path forward for biofuels and biomaterials // Science. — 2006. — Vol. 311, No. 5760. — P. 484–489.
25. Elder T., Wood T. Paper recycling and environmental impact assessment // Environmental Science & Technology. — 2017. — Vol. 51, No. 4.
26. Heinze T., Liebert T. Unconventional methods in cellulose modification // Progress in Polymer Science. — 2001. — Vol. 26, No. 9.

ISSN 3030-3907

27. Moon R.J., Martini A., Nairn J., Simonsen J., Youngblood J. Cellulose nanomaterials review: structure, properties and nanocomposites // Chemical Society Reviews. — 2011. — Vol. 40, No. 7. — P. 3941–3994.
28. Gulmine J.V., Janissek P.R., Heise H.M., Akcelrud L. Polyethylene characterization by DSC and FTIR // Polymer Testing. — 2003. — Vol. 22, No. 5.
29. Siqueira G., Bras J., Dufresne A. Cellulosic bionanocomposites: A review of preparation, properties and applications // Polymers. — 2010. — Vol. 2, No. 4.
30. Hult E.L., Iversen T., Sugiyama J. Characterization of cellulose structure by solid-state NMR spectroscopy // Cellulose. — 2003. — Vol. 10, No. 4.

ISSN 3030-3907