

УДК 676.038.2

## АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МАКУЛАТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ООО “КУЗБАССКИЙ СКАРАБЕЙ” НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Сидорова Е.С., студент гр. ИЗб-201, IV курс

Научный руководитель: Цалко Е.В., к.х.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет

имени Т.Ф. Горбачева

г. Кемерово

При проведении анализа, нужно рассмотреть влияние переработки макулатуры на гидросферу: дать оценку негативному воздействию на окружающую среду, обозначить источник отрицательного воздействия, привести мероприятие по снижению негативного воздействия на гидросферу.

Макулатура — это бумажные, картонные отходы, пригодные для переработки и получения волокнистого сырья.

Целлюлозно-бумажная промышленность относится к ведущим отраслям народного хозяйства, так как Россия располагает огромными лесосырьевыми ресурсами. Кроме того, велика потребность в продукции этой отрасли, как в России, так и за рубежом, и это определяет большой объём выпускаемой продукции.

Основной материал, используемый для производства бумаги древесина разных сортов и макулатура, в особых случаях, пользуется хлопок. Ещё один вид сырья, появившийся относительно недавно - синтетические волокна. Также основой для производства бумаги может стать ветошь, волокна однолетних растений, шерсть, асбест. Чаще всего для производства бумаги используют целлюлозу и древесную массу. Целлюлозу получают в процессе варки древесины в химическом растворе. Именно он придает материалу белизну и высокую прочность.

В Кузбассе, как и во всем мире, остро стоит вопрос образования отходов, количество которых с каждым годом увеличивается. Решение этой проблемы лежит в переработке и вторичном использовании отходов. Отходы бумаги и картона являются к одним из самых распространенных источников загрязнения среды обитания. Они образуются как в процессе производства, так и в процессе жизнедеятельности человека. Применение методов переработки отходов бумаги и картона позволяет сократить использование лесных ресурсов и снизить влияние на окружающую среду.

Целлюлоза представляет собой волокнистый материал растительного происхождения всех натуральных и искусственных целлюлозных волокон.

Натуральные целлюлозные волокна включают хлопок, лен, джут и т.п.

Основным искусственным целлюлозным волокном является вискоза, волокно, полученное путем регенерации растворенных форм целлюлозы.

Целлюлоза представляет собой полимерный сахар(полисахарид), состоящий из повторяющихся 1,4 гидрогохозных единиц, соединенных друг с другом 8- эфирными связями.

При производстве бумаги и картона большое значение имеют как ограничение (степень белизны) и прочностные свойства волокнистой массы, так и скорость ее обезвоживания при отливке бумаги и картона. Последний показатель характеризуется степенью помола массы, которая зависит от композиционного состава картонно-бумажной продукции. Наибольшими прочностными свойствами обладает целлюлоза. Видов целлюлозы достаточно много (хвойная, лиственная, беленая, небеленая и т.д.

Процесс переработки макулатуры - это совокупность технологических операций, которые можно подразделить на четыре стадии (рис.1.):

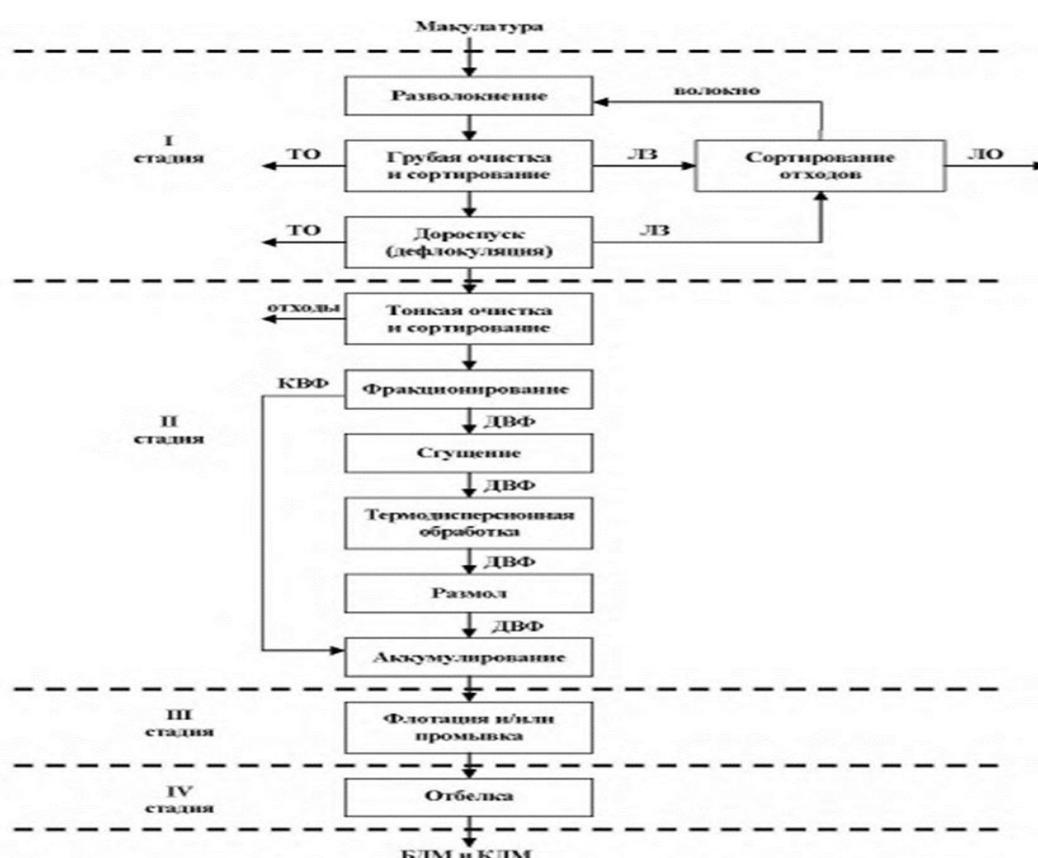


Рис. 1. Принципиальная схема системы переработки макулатуры: ТО - тяжелые отходы; ЛО - легкие отходы; ЛЗ - легкие загрязнения; КВФ - коротковолокнистая фракция; ДВФ - длинноволокнистая фракция.

Продукцией целлюлозно-бумажной промышленности являются различные виды волокнистых полуфабрикатов: бумага, картон и изделия из них.

Естественно, что чем больше отрасль, тем сильнее её воздействие на окружающую среду. По воздействию на окружающую среду эта отрасль оста-

ётся одной из проблемных по величине токсичных сбросов в воду, и экологической опасности для природной среды. Отличительной особенностью Российских промышленных предприятий являются устаревшее оборудование и технологический процесс.

В связи с этим отрасль отличается большой отходностью, скученностью средств очистки и нейтрализации токсичных сбросов, применением на производстве опасных химических веществ, наличием цехов, оказывающих вредное воздействие как на персонал, так и на окружающую среду.

Сточные воды фабрик, перерабатывающих макулатуру, характеризуются существенными колебаниями расхода и состава, высоким содержанием растворенных веществ, в частности, крахмала, диспергированных термопластичных веществ (так называемых стеков) и др. Образующиеся на этих производствах сточные воды имеют более высокую концентрацию загрязнений (в том числе трудноокисляемых органических веществ), чем на фабриках, вырабатывающих бумажную продукцию из целлюлозы. Значительную роль в снижении загрязненности сточных вод, сбрасываемых бумажными фабриками, играет правильно организованная локальная их очистка. На локальных очистных сооружениях (ЛОС) могут быть эффективно извлекаться нерастворенные и большая часть растворенных загрязнений, что позволяет повторно использовать ценные вещества и очищенную воду в производстве и тем самым сокращать расход свежей воды и сырья.

Для снижения негативного воздействия на гидросферу предлагается использование физико-химического метода очистки с использованием реагентной обработки стоков и напорной флотации.

В частности, при локальной очистке сточных вод фабрик, перерабатывающих макулатуру с большим содержанием крахмала, рекомендуется двухступенчатая флотация. При этом на первой ступени флотации осуществляется улавливание волокна и наполнителя, которые возвращаются в технологический процесс. На второй ступени флотации производится предварительная обработка сточных вод коагулянтом для выделения стиков, растворенного крахмала и других загрязнений.

На выбор технологии и параметров работы сооружений внеплощадочной станции биологической очистки сточных вод бумажных фабрик влияют неравномерность поступления и специфика состава стоков, эффективность работы внутрицеховых ЛОС, степень повторного использования очищенной воды и ряд других факторов. Как правило, для этой цели используются биореакторы со свободно плавающим активным илом (аэротанки), а также биореакторы с прикрепленной биомассой. Однако данные о работе сооружений биологической очистки сточных вод отдельно расположенных бумажных фабрик, работающих на макулатурном сырье, малочисленны и противоречивы, что вызывает необходимость дополнительного изучения этого вопроса.

Оперативный контроль за работой очистных сооружений осуществлялся путем замеров ряда показателей и технологических параметров, проводимых на месте (рН, температура, расход сточных вод, концентрация активного ила в

аэротенках, иловый индекс, расход циркулирующего ила, растворенный кислород (в биореакторе и аэротенках), а также лабораторными анализами среднесуточных проб сточных вод. Анализу подвергались пробы, отбираемые в следующих точках: вход на станцию, выход из MBBR( первая ступень применения биореактора с подвижной загрузкой ), аэротенки, выход из вторичных отстойников. Состав химанализов в лаборатории: ХПК, БПК5 , азот аммонийный, фосфаты, взвешенные вещества и др. Все анализы выполнялись по стандартным методикам. Определение количества биомассы, закрепленной на загрузке в MBBR, проводилось в соответствии с руководством фирмы-изготовителя.

За период исследований при работе предприятия на макулатуре расход сточных вод, поступающих на очистные сооружения, составлял 1205–2211 м<sup>3</sup> /сут, или 50–110 м<sup>3</sup> /ч. Удельный расход сбрасываемых на станцию сточных вод колебался в пределах 11,9–49,9 м<sup>3</sup> на 1 тонну перерабатываемой макулатуры и в среднем составлял 25,5 м<sup>3</sup> /т. Качество сточных вод, поступающих на сооружения биологической очистки, характеризовалось следующими усредненными показателями: pH — 7,23, температура — 29 °C, БПК5— 562,5 мгO<sup>2</sup> /дм<sup>3</sup> , ХПК — 1771 мгO<sup>2</sup> /дм<sup>3</sup> ,азот аммонийный — 5,0 мг/дм<sup>3</sup> , фосфаты — 3,0 мг/дм<sup>3</sup> . Содержание взвешенных веществ в среднем равнялось 54,5 мг/л, что свидетельствовало об удовлетворительной работе локальных очистных сооружений фабрики. Удельное количество сбрасываемых загрязнений по ХПК в стоке составляло в среднем 26 кг ХПК на 1 тонну перерабатываемой макулатуры (колебания —10,3–31,8 кг/т).

Удельная производительность MBBR определялась массой введенной в него загрузки, поскольку окисление органических загрязнений в биореакторе осуществлялось, в основном, закрепленной на плавающей загрузке биопленкой (учитывая, что биореактор работал без рециркуляции активного ила). Основные характеристики загрузки биореактора показаны в табл.1. Там же приведены и результаты исследований по определению количества прикрепленной к загрузке биомассы и расчеты общего ее объема в биореакторе. Определение количества биомассы, прикрепленной на поверхности загрузки, проводилось дважды в разные периоды работы стации. С этой целью из биореактора отбирались элементы загрузки с биопленкой (не менее 10 шт.), высушивались при температуре 80°C в течение суток и взвешивались на аналитических весах. Затем с поверхности этих элементов загрузки тщательно удалялась вся биопленка. Отобранные элементы загрузки снова высушивались и взвешивались. По разнице весов проб загрузки определялась масса прикрепленной к загрузке биопленки (по сухому веществу).

Таблица 1.

Основные характеристики загрузки MBBR при переработке макулатуры

Вид загрузки	Mutag BioChip 25™	Фирма Multi Umwelttechnologie AG
Размеры одного элемента	Диаметр 25 мм Толщина 1,1 мм	По результатам измерений
Материал и плотность	Полиэтилен первичный 950 кг/м	По сертификату фирмы
Площадь одного элемента загрузки: элемент с учетом рельефа элемент без учета рельефа	1332 мм <sup>2</sup> 1067,6 мм	По сертификату фирмы
Общее количество загрузки в MBBR	11 730 кг	По актам поставки
Рабочий объем биореактора	300 м	Данные фабрики
Количество биомассы на одном элементе	0,041 г (+ 5 %)	По результатам измерений (в среднем)
Удельное количество биопленки на загрузке	103,5 г/кг загрузки	Расчетная величина
Общее количество биопленки на загрузке в MBBR	1210,95 кг	Расчетная величина
Влажность биопленки	98%	По литературным данным
Плотность влажной биопленки	1,05 г/см <sup>3</sup>	По литературным данным
Объем биопленки на одном элементе загрузки	1,95 см	Расчетная величина
Толщина биопленки на одном элементе загрузки (без учета рельефа)	1,827 мм	Расчетная величина
Концентрация биопленки в MBBR (прикрепленная на загрузке)	4,036 г/л	Расчетная величина

Количество прирастающей (избыточной) биомассы, которое фиксировалось по разности концентрации взвешенных веществ на входе и выходе биореактора, составляло (в среднем за весь период наблюдений) 98,3 мг/л. Выносимая взвесь представляла собой, в основном, малоактивную, отторгаемую от загрузки биопленку, которая мало влияла на окислительную мощность реактора. Данные о работе аэротенков станции приведены на рис.2.

График (рис.2.) показывает взаимосвязь скорости снижения концентрации ХПК в аэротенке в зависимости от нагрузки на СБОСВ. Скорость процесса в

аэротенках определялась как суточное количество снятых загрязнений по ХПК в расчете на 1 грамм активного ила (по сухому веществу).

В частности, за период наблюдений эта скорость колебалась в пределах 0,1–0,8 г/г активного ила при нагрузке на станцию от 1200 до 5000 кг ХПК в сутки. При этом концентрация активного ила в аэротенках составляла 1,8–3,8 г/л (до 5 г/л), иловый индекс — 200–360 мл/г, степень циркуляции активного ила — 200–400 %.

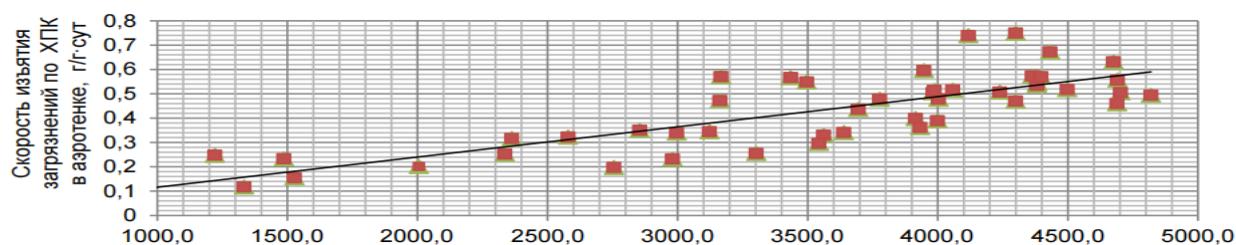


Рис.2. Скорость снижения концентрации ХПК в аэротенке в зависимости от нагрузки

Введение указанного реагента( активного ила ) позволило снизить иловый индекс, повысить дозу активного ила в аэротенках и эффективность их работы. Так, содержание остаточных загрязнений в очищенных сточных водах в этот период составило: взвешенных веществ от 1 до 14 мг/л, ХПК ср. — 72,0 мг/л, БПК5(ср) — 18 мг/л. Иловый индекс составлял от 135 до 240 см<sup>3</sup> /г (в среднем 177 см<sup>3</sup> /г) при дозе ила в аэротенках 2,4–7 г/л (в среднем 5 г/л).

Полученные данные по удельным расходам сточных вод и количеству органических загрязнений фабрики при переработке макулатуры, а также зависимости окислительной мощности существующих сооружений БОСВ от нагрузки позволяют планировать эффективность их работы и качество очищенных стоков. Для повышения производительности и эффективности работы MBBR предлагается увеличить объем подвижной загрузки в нем. Для улучшения работы аэротенков необходимо наладить работу илоотделителей и применить другие меры снижения илового индекса и повышения рабочей дозы ила.

#### Список литературы:

1. Зачем утилизировать и перерабатывать макулатуру [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://makulatur.ru/stati/why-dispose-of-and-recycle-waste-paper>
2. Воздействие целлюлозно-бумажной промышленности на окружающую среду. Природоохранные технологии [Электронный ресурс]- Режим доступа: URL: <http://www.newecologist.ru/ecologs-4859-2.html>
3. Классификация макулатуры по сортам. [Электронный ресурс]: URL: <https://ydachadacha.ru/sorta/klassifikaciya-makulatury-po-sortam.html>
4. Федеральный закон от 24.06.1998 №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» // Собрание законодательства Российской Федерации — 26 июня 1998 г. — №89 — Ст. 31.

5. Топ 5 самых распространенных видов бытового мусора. [Электронный ресурс]: Режим доступа: URL: <https://beresponsible.nat-geo.ru/five-top.html>

6. Пат. 2481429 Российская Федерация, МПК D21C5/02, D21B1/32. Способ и установка для переработки бумаги [Текст] / Стареева М.О., Стареева М.М., Кочетов О.С.