

На правах рукописи

Акулов Борис Викторович

**РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ОБОСНОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ФЛОТАЦИОННОГО ОБЛАГОРАЖИВАНИЯ
МАКУЛАТУРНОЙ МАССЫ**

**05.21.03 – технология и оборудование химической переработки
биомассы дерева; химия древесины**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Научная библиотека

УГЛТУ

г.Екатеринбург

Екатеринбург 2002

Работа выполнена на кафедре ХД и ТЦБП Уральского
государственного лесотехнического университета

Научный руководитель: доктор технических наук,
профессор Агеев А.Я.

Научный консультант: кандидат технических наук,
доцент Агеев М.А.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор Бурындин В.Г.

доктор технических наук,
профессор Турыгин Ю.В.

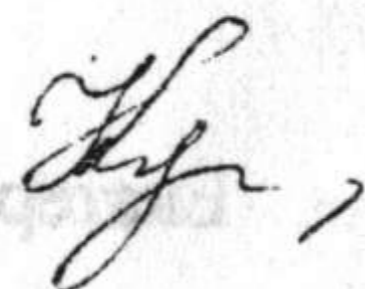
Ведущее предприятие – Акционерное общество открытого
типа ЦБК «Кама»

Защита состоится «27» декабря 2002 г. в 10 часов на заседании
диссертационного совета Д 212.281.02 при Уральском государственном
лесотехническом университете по адресу: 620032, Екатеринбург,
Сибирский тракт, 37, ауд. 401.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Уральского
государственного лесотехнического университета.

Автореферат разослан «27» ноября 2002 г.

Ученый секретарь дис-
сертационного совета



Кузубина Н.В.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Производство бумаги и картона из вторичных волокон растет быстрыми темпами, примерно в 2 раза быстрее, чем производство бумаги из свежих полуфабрикатов. Этому способствуют как экономические, так и экологические факторы. Темпы роста и уровень использования макулатуры зависят во многом от развития системы переработки макулатуры на всех ступенях – начиная со сбора и кончая производством новой бумажной продукции. Особенно целесообразна переработка макулатуры в режиме recycling, т.е. получение бумаги из макулатуры качеством не худшим исходной бумаги. Одним из способов получения бумаги высокого качества из макулатуры является ее облагораживание методом флотации. Несмотря на явные преимущества такой технологии в России облагораживание методом флотации находится в зачаточном состоянии. Ощущается явный недостаток публикаций и практических внедрений получения бумаги из облагороженной макулатуры.

В настоящее время роспуск макулатуры на волокна осуществляется мокрым способом. Однако, мокрый роспуск макулатуры на волокна имеет существенные недостатки. Недостатками мокрого роспуска, как предварительной подготовки волокнистой массы, могут считаться: большое количество отходов, образующихся при роспуске в гидроразбивателе (особенно, в устаревшей конструкции); сложные и энергоемкие системы очистки макулатурной массы от не распустившихся кусков макулатуры; значительный расход энергии на роспуск. Кроме этого анализ данных литературы показал, что отсутствуют данные по оптимизации мокрого роспуска.

Альтернативой мокрому роспуску может служить полусухой роспуск. Использование полусухого роспуска в процессе облагораживания макулатуры позволит значительно снизить количество отходов и потерь волокна, происходящих в процессе предварительной подготовки макулатуры, и позволит значительно упростить сложные и энергоемкие системы очистки макулатурной массы и снизить расход энергии на роспуск.

Анализ отечественной и зарубежной литературы, посвященной облагораживанию макулатуры, показал, что совершенно отсутствуют данные по использованию полусухого роспуска макулатуры в процессе ее облагораживания.

Изложенные в диссертации результаты получены в ходе выполнения работ по федеральной целевой программе «Исследования и разработка по приоритетным направлениям развития науки и техники»

гражданского назначения». Подпрограмма «Комплексное использование древесного сырья» при выполнении проекта «Разработка новых бумагоподобных материалов на основе минеральных, животных и вторичных растительных волокон».

Цель и задачи исследования. Целью данной работы является разработка научно-обоснованной технологии флотационного облагораживания макулатурной массы. Исходя из этого, были поставлены следующие задачи:

- изучить процесс облагораживания и определить оптимальные условия облагораживания газетной макулатуры способом флотации;
- изучить влияние вида и расхода флотореагента на эффективность облагораживания макулатуры;
- исследовать стадию полусухого роспуска макулатуры и разработать режим химической обработки макулатуры, распущенной полусухим способом;
- исследовать бумагообразующие и физико-химические свойства макулатурной массы, распущенной мокрым и полусухим способами роспуска;
- исследовать процесс отбелики облагороженной макулатурной массы пероксидом водорода и влияние ее условий на свойства беленой макулатуры;
- изучить возможность использования облагороженной массы в композиции газетной бумаги.
- разработать технологическую схему облагораживания газетной макулатуры способом флотации;
- оценить технико-экономические показатели производства облагороженной макулатуры.

Научная новизна.

- Впервые показано, что процесс облагораживания макулатуры адекватно описывается пяти-параметрическим уравнением регрессии.
- Установлено, что наилучший эффект при облагораживании в рамках пяти-параметрической модели дает использование в качестве ПАВ – стеариновой кислоты, которая позволяет получить макулатурную массу высокой белизны при небольших потерях волокна.
- Впервые при облагораживании макулатуры на стадии предварительной обработки предложен способ полусухого роспуска.
- На основе экспериментальных исследований установлены преимущества полусухого роспуска макулатуры при облагораживании по сравнению с мокрым.
- Определен оптимальный состав химических реагентов, обеспечивающих высокий эффект облагораживания.

Практическая значимость.

- Разработаны оптимальные условия мокрого роспуска с помощью математического планирования эксперимента.
- На основании экспериментальных исследований и теоретических представлений разработана технология облагораживания газетной макулатуры с применением полусухого роспуска.
- Предложены рекомендации по внедрению полусухого роспуска в производство.

Предложенный полусухой роспуск макулатуры позволяет существенно снизить в процессе облагораживания потери волокна, упростить сложные и энергоемкие схемы очистки макулатурной массы и снизить расход энергии по разделению макулатуры на волокна. Исследования показали, что полусухой роспуск позволяет получать облагороженную массу с меньшими потерями волокна при незначительном изменении белизны и разрывной длины макулатуры по сравнению с использованием макулатуры мокрого роспуска.

Упрощение сложных и энергоемких систем очистки массы после разделения на волокна при использовании полусухого роспуска позволит снизить капитальные вложения на строительство цеха по облагораживанию макулатуры. Использование полусухого роспуска повысит экономическую эффективность облагораживания макулатуры за счет снижения потерь волокна и расхода энергии на облагораживание.

Апробация работы. Основные результаты доложены на одной Всероссийской и двух уральских конференциях.

Публикация. По материалам диссертации опубликовано 3 статьи.

Автор выносит на защиту.

- научно-обоснованную технологию облагораживания макулатуры с использованием в схеме стадии полусухого роспуска;
- результаты сравнительного исследования свойств облагороженной макулатуры в зависимости от способа и условий роспуска;
- закономерности изменения физико-химических свойств облагороженной макулатуры в зависимости от способа роспуска;
- результаты исследования влияния различных ПАВ, применяемых в качестве флотореагента, на процесс облагораживания;
- результаты исследования влияния на свойства облагороженной макулатуры стадии отбелики пероксидом водорода;
- результаты практического использования макулатуры.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, методической и экспериментальной частей, практического использования макулатуры и экономической части,

выводов, списка используемой литературы и изложена на 151 страницах, включая 13 рисунков, 28 таблицу, библиографию из 91 наименования.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Все результаты, полученные в ходе экспериментальных исследований, были подвергнуты математической обработке с использованием ЭВМ. Определены статистические характеристики и допустимая погрешность измерений. Которая не превышала 5 %.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, сформулированы задачи исследования.

В аналитическом обзоре приведены сведения о теоретических основах процесса облагораживания газетной макулатуры способом флотации. Дана развернутая картина использования макулатуры в мире и перспективы развития мощностей по ее переработке. Изложены сведения о способах переработки, свойствах и применении облагороженной макулатуры.

В теоретической части представлен механизм отделения типографской краски от волокна.

В методической части изложены методики проведения мокрого и полусухого роспуска, флотации, методы анализа облагороженной макулатуры.

Содержание разделов экспериментальной части диссертации изложены ниже.

1. Роспуск макулатуры

Роспуск макулатуры как подготовительный процесс перед очисткой макулатуры, является важной стадией. Были проведены сравнительные опыты по сухому и мокрому роспуску с целью оценки условий проведения процесса облагораживания газетной макулатуры. Предварительными поисковыми опытами были установлены состав применяемых химикатов, их количественное соотношение. Предварительными исследованиями установлена необходимость включения в характеристики облагороженной макулатуры таких показателей, как белизна, потери при облагораживании, а так же показатель механической прочности – разрывная длина.

Определение оптимальных условий роспуска осуществлялось с помощью математического планирования эксперимента. Для разработки оптимальных условий мокрого роспуска газетной макулатуры был поставлен эксперимент по пятифакторному плану Хартли. В процессе эксперимента было изучено влияние на результаты процесса

облагораживания следующих факторов: температура роспуска (X_1), продолжительность роспуска (X_2), расхода химикатов, % от абсолютно-сухого волокна: гидроксида натрия (X_3), силиката натрия (X_4) и пероксида водорода (X_5). Постоянными во всех точках эксперимента были: концентрация массы в процессе роспуска – 5 %, расход стеариновой кислоты – 1 % от абсолютно-сухого волокна и условия следующей за процессом роспуска стадии флотации.

В качестве выходных параметров были выбраны следующие показатели: белизна облагороженной макулатуры (после роспуска и флотации), потери при облагораживании и разрывная длина облагороженной макулатуры.

Уравнение регрессии по изменению белизны макулатурной массы (1) в результате облагораживания газетной макулатуры имеет следующий вид:

$$\hat{y}_6 = 57,67 + 0,80x_1 - 0,57x_2 - 0,50x_3 + 1,95x_4 + 2,27x_5 - 1,74x_1^2 - 1,55x_5^2 - 0,79x_1x_2 + 1,68x_1x_4 + 1,00x_2x_4 + 1,39x_3x_5 - 1,20x_4x_5 \quad (1)$$

Уравнение регрессии по изменению потерь при облагораживании макулатурной массы (2) в результате обесцвечивания газетной макулатуры:

$$\hat{y}_n = 11,74 - 4,24x_1 + 0,69x_2 + 0,50x_3 - 0,51x_4 - 2,11x_5 - 3,05x_1^2 + 8,89x_3^2 - 6,20x_1^2 + 3,19x_5^2 + 1,99x_1x_2 + 1,29x_1x_3 + 1,43x_1x_4 + 0,93x_1x_5 - 2,37x_2x_3 + 0,77x_2x_4 - 3,23x_2x_5 + 1,12x_3x_4 - 2,21x_3x_5 + 3,63x_4x_5 \quad (2)$$

Уравнение регрессии по изменению разрывной длины макулатурной массы (3) в результате облагораживания газетной макулатуры:

$$\hat{y}_{рл} = 4513,2 + 172,2x_1 - 150,0x_2 + 102,8x_3 + 91,7x_4 + 122,0x_5 - 142,5x_1^2 - 117,5x_3^2 - 392,5x_5^2 + 153,1x_1x_2 - 165,6x_1x_3 + 78,1x_1x_5 + 396,9x_2x_3 + 115,6x_2x_5 + 53,1x_3x_4 + 159,4x_3x_5 - 378,1x_4x_5 \quad (3)$$

Применение программы полного регрессивного анализа позволило с достаточной точностью описать многофакторный процесс мокрого роспуска при облагораживании макулатуры способом флотации и определить оптимальный технологический режим мокрого роспуска: температура роспуска 44°C ; продолжительность роспуска 15 мин; расход химикатов, % от абсолютно-сухого волокна: NaOH – 1,75; Na_2SiO_3 – 5; H_2O_2 – 2,25.

Расчетные и экспериментальные показатели облагороженной макулатуры приведены в табл. 1.

Таблица 1
Расчётные и экспериментальные показатели облагороженной макулатуры

Наименование показателя	Расчётное значение	Показатели, полученные по оптимальным условиям
Потери при облагораживании, % от исходной массы	15,0	14,7
Белизна, %	58,7	60,8
Разрывная длина (75 г/м ²)	4600	4800

Результаты, полученные, по оптимальному режиму, соответствуют расчётным результатам, что указывает на адекватность математического описания данного процесса.

Исследование процесса мокрого роспуска показало, что процесс облагораживания отличается большими потерями волокна. С целью снижения этих потерь было проведено исследование по использованию альтернативного мокрому – полусухого роспуска.

Для полусухого роспуска газетной макулатуры марки МС-10 использовали аппарат, разработанный в Санкт-Петербургском университете растительных полимеров и предназначенный для сухого роспуска целлюлозы.

При проведении полусухого роспуска наибольшее количество распустившейся массы на волокна – 89,4 % образуется при двухкратном пропускании массы через распускающее устройство со скоростью вращения ротора - 2800 об/мин и при влажности исходной макулатуры – 40 %. После полусухого роспуска производится химическая обработка макулатурной массы. Химическая обработка является необходимой для макулатуры, распущенной полусухим способом, т. к. в процессе такого роспуска не происходит существенного отбивания частиц типографской краски от волокон, а происходит в основном её измельчение. Щелочную химическую обработку макулатуры полусухого роспуска провели по ранее разработанным условиям для макулатуры мокрого роспуска с помощью математического планирования эксперимента. Расход химикатов для обеспечения достаточно эффективного отделения типографской краски от макулатурного волокна полусухого роспуска, % к абсолютно-сыхому волокну составил: NaOH - 1,75; Na₂SiO₃ - 3,0; H₂O₂ -

2,25. Концентрация массы при химической обработке - 5 %, температура химической обработки - 40 °С.

Макулатура, полученная по найденным эффективным условиям полусухого роспуска была использована для изучения влияния продолжительности химической обработки на основные свойства облагороженной макулатурной массы, так как продолжительность химической обработки значительно влияет на показатели качества макулатуры, полученной полусухим способом роспуска. Увеличение продолжительности обработки макулатурной массы химикатами до 30 мин приводит к повышению белизны облагороженной макулатуры, а дальнейшее увеличение продолжительности способствует некоторому снижению белизны, что возможно, связано с обратным впитыванием краски в волокно при повышении степени его набухания. Кроме этого с увеличением продолжительности химической обработки увеличиваются потери при облагораживании. Полученные результаты показали, что для получения достаточно возможной степени белизны, являющейся основным показателем процесса облагораживания макулатуры, продолжительность химической обработки должна быть не менее 15 мин.

Для дальнейшего изучения влияния полусухого роспуска на свойства обрабатываемого вторичного сырья было проведено сравнение качественных показателей облагороженной макулатуры, распущенной полусухим и традиционным - мокрым способами роспуска. Показатели сравниваемых образцов макулатуры приведены в сравнении с показателями исходной газетной макулатуры, полученной из незапечатанных кромок газет. Расход химикатов на стадиях роспуска и флотации макулатурной массы, полученной этими двумя способами роспуска, был одинаков. Данные этой части работы приведены в табл. 2.

Сравнение результатов выявило отличительные особенности облагороженной макулатуры полусухого роспуска по сравнению с макулатурой мокрого роспуска. Облагороженная макулатура полусухого роспуска отличается от макулатуры мокрого роспуска фракционным составом, более низкими показателями белизны и разрывной длины, и меньшими потерями при облагораживании.

С целью более полного изучения отличия макулатуры мокрого и полусухого способов роспуска было определено распределение волокон по длине у макулатуры на приборе американской фирмы «KAJANI». На рис. 1 графически показано распределение волокон по длине исходной (не запечатанной) макулатуры и макулатуры облагороженной мокрым и полусухим способом роспуска.

Таблица 2

Сравнительные показатели макулатурной массы

Показатели	Макулатурная масса		
	исходная	ропуск	
		мокрый	полусухой
Степень помола, °ШР	51,0	59,7	59,0
Фракционный состав, %:			
I фракция	45,2	50,8	46,2
II фракция	5,2	7,4	6,2
III фракция	5,0	6,6	5,0
IV фракция	44,6	35,2	42,0
Разрывная длина (75 г/м ²), м	4900	4800	4500
Потери при облагораживании, %	-	14,7	7,5

Сравнивая гистограммы, на которых изображено распределение волокон по длине в исходной и облагороженной макулатуре мокрого

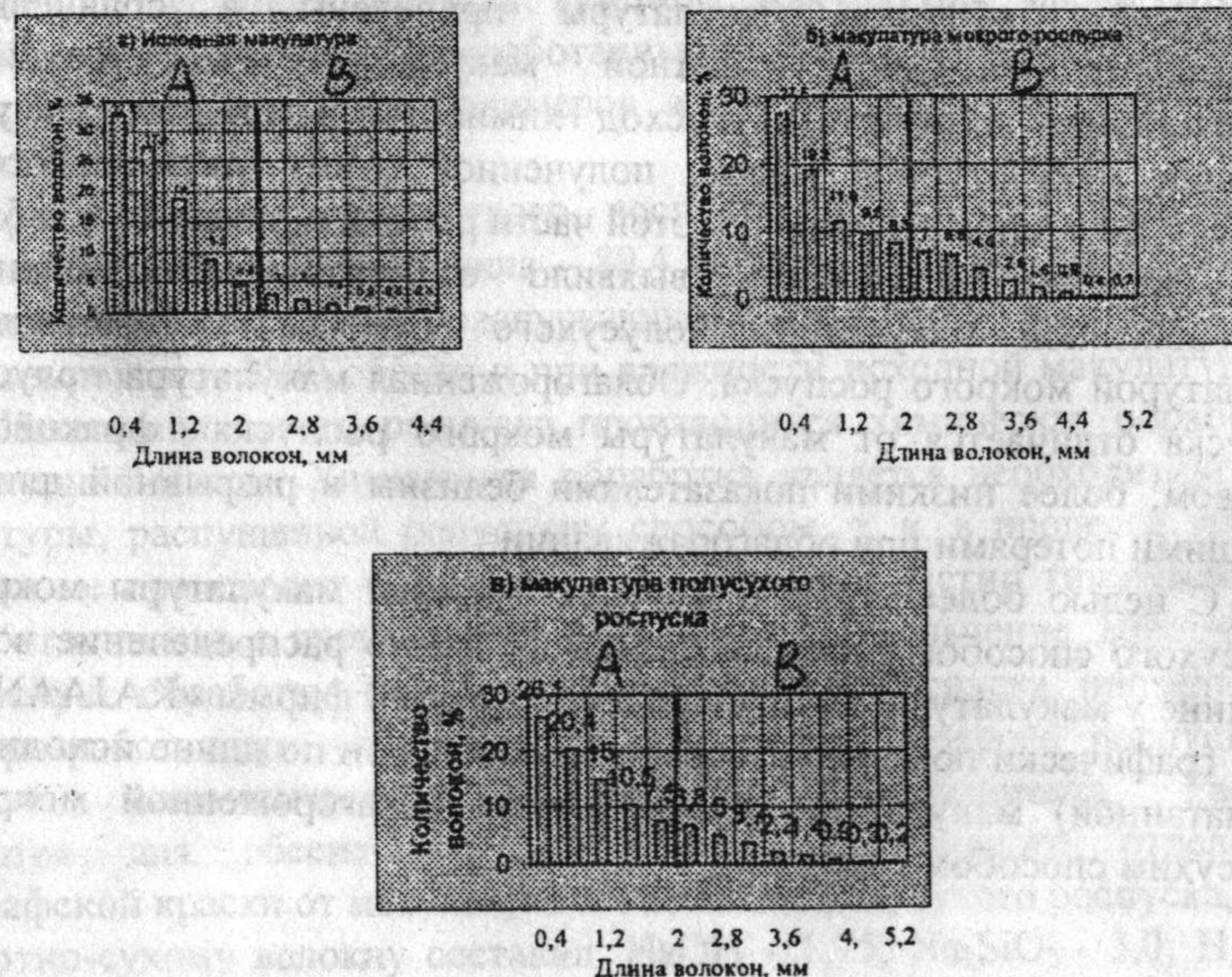


Рис. 1. Распределение волокон по длине у образцов макулатуры

ропуска (рис. (а), (б)), можно отметить, что в первом случае макулатура имеет более высокую долю мелких волокон от 0,4 до 2 мм – фракция А (91,8 %), чем во втором (фракция А составляет 76,2 %). Объясняется это, по-видимому, тем, что в процессе флотации из макулатуры мокрого розпуска удаляется значительное количество мелкого волокна.

Макулатура мокрого розпуска после флотации имеет меньшую долю фракции А по сравнению с облагороженной макулатурой полусухого розпуска флотации из макулатуры полусухого розпуска удаляется меньшее количество мелких волокон по сравнению с флотацией макулатуры мокрого розпуска (см. табл. 2.). Основную долю фракции А у всех трёх образцов макулатуры составляют волокна размером: до 0,4 мм (26,1-32,7 %); 0,4÷0,8 мм (19,2-27,4 %); 0,8÷1,2 мм (11,6-15 %). Анализируя представленные на рис. 1. гистограммы можно предположить, что в процессе облагораживания в основном происходит воздействие обработки на волокна размером до 1,2 мм. Увеличение количества волокон других размеров происходит из-за уменьшения содержания мелкого волокна указанных выше размеров в процессе облагораживания макулатуры.

2. Флотация макулатурной массы.

После окончания стадии розпуска было проведено удаление частиц типографской краски из волокнистой суспензии способом флотации. Данный способ основан на селективном разделении волокон и частиц краски введением в предварительно подготовленную волокнистую суспензию пузырьков воздуха, к которым прилипают частицы краски.

Процесс флотации является сложным и трудноуправляемым, поэтому без правильного понимания механизма отделения частиц краски от волокна и поведения частиц краски в процессе флотации значительно затрудняется исследование процесса облагораживания макулатуры.

Механизм разделения комплекса волокно-частица краски основан на свойствах компонентов краски и применяемых для флотации химических веществ (рассмотрен для масляной краски).

При введении в волокнистую массу щелочи происходит поверхностное омыление связующих веществ краски по реакции



Получившаяся соль диссоциирует на ионы Na^+ и $R-COO^-$, что приводит к образованию двойного электрического слоя и образованию отрицательного ξ -потенциала частичек краски. Образовавшиеся на поверхности частиц краски и волокна отрицательные заряды создают условия для их разделения.

Прореагировавшая часть связующих веществ краски (мыла) выполняют роль стабилизатора частиц, т.к. отрицательные ионы R-COO⁻ ориентируются к поверхности частиц, а ионы Na⁺ ориентированы в сторону воды.

Однако омыленной части связующего не достаточно, чтобы обеспечить высокую устойчивость отделившихся частичек краски. Для их стабилизации вводят анионактивные ПАВ.

Молекулы тензидов ориентируются своими гидрофобными (углеводородными) "хвостами" к поверхности частичек, гидрофилизируя их поверхность, и в силу высокой полярности "головы" увеличивают их отрицательный заряд. При достижении ККМ тензиды образуют мицеллы.

Ионы Ca⁺⁺, входящие в состав солей жидкости взаимодействуя со смоляными кислотами, входящими в состав связующего краски образуют нерастворимые мыла с двумя углеводородными радикалами и в отличие от натриевых мыл, имеющих одну углеводородную цепочку при образовании мицелл ориентируются полярной частью к мицелле, а гидрофобной частью вынуждено к стороне воды.

Существующая технология роспуска макулатуры и отделения типографской краски от волокна не позволяет регулировать размеры частиц типографской краски. Поэтому разброс размеров частиц находится в диапазоне от 5 до 500 мкм. Несмотря на большой разброс частиц по размерам в качестве теоретической основы флотации лежит процесс избирательного смачивания, т.е. формирование трехфазного периметра смачивания, которое зависит от величины поверхностного натяжения на границе фаз. При проведении флотации частицы различных размеров ведут себя по разному. Так, флотация крупных частиц ($d > 20$ мкм) называется контактной, т.к. между пузырьком и частицей осуществляется ближнее взаимодействие. Для малых частиц ($d < 20$ мкм) наряду с контактной возможна флотация бесконтактная, при которой частица краски закрепляется и удерживается на пузырьке без образования периметра смачивания и краевого угла. Поскольку силы отрыва для частиц размером 100 мкм в 10^6 раз больше, чем для частицы в 1 мкм, то и силы прилипания должны варьироваться в этих же пределах.

Одним из способов улучшения флотируемости частиц типографской краски является применение ПАВ, адсорбция которых гидрофобизирует поверхность частицы. Используя ионогенные ПАВ можно обеспечить флотируемость малых частиц, даже в случае действия не электростатических факторов устойчивости.

В соответствии с механизмом отделения типографской краски от волокна одним из важнейших свойств является способность тензидов окружить частицы типографской краски сольватным слоем (образовать

мицеллы) и предотвратить их повторное осаждение на волокно. Наилучшие условия для флотации возникают при достижении концентрации тензидов ККМ (критическая концентрация мицеллообразования).

Было установлено, что максимальная белизна макулатурной массы достигается при длине углеродной цепи ПАВ 14-18 и снижении поверхностного натяжения более чем на 50 %. Резкое снижение поверхностного натяжения происходит при достижении ККМ, что также подтверждается резким изменением ξ -потенциала.

Для подтверждения механизма отделения краски от волокон и поведения ПАВ на процесс флотации было проведено облагораживание макулатуры по полученным условиям роспуска с целью изучения влияния вида и расхода ПАВ на показатели облагороженной макулатуры. Расход ПАВ изменялся в пределах от 0,5 % до 1,5 %. В качестве ПАВ использовали стеариновую кислоту, сульфатное мыло и СООП-сток (выжимки жирового комбината, содержащие олеиновую кислоту). Изучение влияния вида и расхода ПАВ на эффективность проведения облагораживания макулатуры, показало, что наиболее эффективным флотрегентом, обеспечивающим более высокую белизну и меньшие потери волокна является стеариновая кислота. Результаты исследования показали, что оптимальный расход стеариновой кислоты составляет 1 % от абсолютно-сухого волокна, а продолжительность флотации достаточна в пределах 10 мин.

Результаты не противоречат рассмотренному механизму отделения краски от волокон и поведению ПАВ в процессе флотации.

3. Отбелка облагороженной макулатуры

После стадии флотации макулатурная масса часто имеет недостаточную белизну, поэтому для повышения конечной белизны, а, следовательно, и качества макулатуры требуется стадия отбелки массы. Используемая в исследованиях газетная макулатура содержит в своем составе древесную и термомеханическую массу. Предварительные исследования показали, что отбелка такой макулатуры пероксидом водорода позволяет получить однородную массу более высокой белизны.

На основании результатов предварительного исследования был поставлен эксперимент по трехфакторному плану Бокса с целью окончательного заключения по режиму отбелки макулатурной массы и расхода химикатов. В процессе эксперимента было изучено влияние на результаты отбелки макулатуры пероксидом водорода следующих факторов: температуры отбелки (X_1), продолжительности процесса (X_2) и расхода пероксида водорода (X_3). Постоянными во всех точках

эксперимента были: расход химикатов при отбелке, % к абсолютно-сыхому волокну: Na_2SiO_3 – 2,0; NaOH – 0,5; трилон Б – 0,1; pH 10 – 10,5; концентрация массы – 10 %.

В качестве выходных параметров были выбраны показатели, достаточно полно характеризующие влияние условий процесса отбелки на показатели беленой макулатуры: белизна, выход и разрывная длина.

Полученные уравнения регрессии по изменению белизны (4), выхода (5) и разрывной длины (6) в результате отбелки облагороженной макулатуры пероксидом водорода имеют следующий вид:

$$y_B = 63,21 - 0,41x_1 + 0,33x_2 + 1,25x_3 - 1,01x_1^2 - 0,41x_2^2 - 0,91x_3^2 + 0,51x_1x_3 \quad (4)$$

$$y_V = 97,93 - 0,53x_1 - 0,24x_2 - 0,27x_3 + 0,27x_1^2 + 0,42x_2^2 \quad (5)$$

$$y_P = 4316 - 206x_1 - 101x_2 - 101x_3 + 42x_1^2 + 57x_2^2 - 76x_1x_3 \quad (6)$$

Применение программы полного регрессивного анализа позволило с достаточной точностью описать многофакторный процесс отбелки облагороженной макулатуры пероксидом водорода и определить оптимальный технологический режим мокрого роспуска: температура отбелки – 66 °С; продолжительность отбелки – 114 мин; расход H_2O_2 – 2,0 % к абсолютно-сыхому волокну.

Расчетные и экспериментальные показатели беленой макулатурной массы приведены в табл. 3.

Результаты, полученные, по оптимальному режиму, соответствуют расчётным результатам, что указывает на адекватность математического описания данного процесса.

Таблица 3

Расчетные и экспериментальные показатели беленой макулатурной массы

Наименование показателя	Расчётные значения для макулатуры мокрого роспуска	Показатели, полученные по оптимальным условиям для макулатуры мокрого роспуска
Белизна, %	63,8	64,2
Выход, % от исх. волокна	97,9	98,0
Разрывная длина (75 г/м ²), м	4200	4280

По оптимальным условиям отбелки макулатуры мокрого роспуска была проведена отбелка макулатуры, распушенной полусухим роспуском

со следующими результатами: белизна – 62,4 %; выход – 98,7 % и разрывная длина – 3920 м.

5. Практическое использование облагороженной макулатуры

В этой части приведены схемы облагораживания макулатуры для производства санитарно-гигиенической бумаги и схема облагораживания макулатуры в состав которой входит стадия полусухого роспуска. Эти технологические схемы разработаны применительно к условиям ОАО ЦБК «Кама».

Основные стадии процесса облагораживания в производственных условиях: Роспуск макулатуры, очистка массы, флотация и отбелка макулатурной массы.

Для изучения практической ценности облагороженной макулатуры было проведено исследование по использованию макулатуры в композиции газетной бумаги. Энергетические затраты при переработке макулатуры значительно ниже, чем при производстве входящей в композицию газетной бумаги, термомеханической массы. Поэтому более выгодно заменить часть этого полуфабриката в композиции бумаги на облагороженную макулатуру. При проведении эксперимента содержание макулатуры в композиции бумаги изменяли от 5 до 20 %.

Результаты показали, что в композиции газетной бумаги возможна замена термомеханической массы облагороженной макулатурой. Анализ полученных результатов показал, что увеличение содержания макулатуры до 20 % в композиции газетной бумаги приводит к повышению механической прочности бумаги.

Таким образом, показана возможность замены более дорогостоящего полуфабриката – термомеханической массы в композиции газетной бумаги облагороженной макулатуры, без снижения показателей качества.

Ориентировочные экономические расчеты показали, что капитальные вложения на строительство цеха по производству облагороженной макулатурной массы составят 26,1 млн. руб. Себестоимость 1 т облагороженной макулатурной массы составила 4825 руб.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Сравнительные исследования мокрого и полусухого роспуска макулатуры указывают на экономические, экологические и технологические преимущества последнего.

2. Установлена решающая роль на эффективность флотации температуры роспуска, продолжительности роспуска и расхода химикатов: NaOH , Na_2SiO_3 , H_2O_2 .

3. Установлены с помощью математического моделирования оптимальные режимы облагораживания макулатуры при мокром и полусухом роспуске.

4. Установлены экономические преимущества использования макулатуры при производстве бумаги взамен первичных волокон.

5. Установлено, что наиболее эффективным видом поверхностно-активных веществ при флотации макулатурной массы является стеариновая кислота, обеспечивающая высокую белизну и небольшие потери волокна.

6. На основании полученных математических моделей вычислен оптимальный режим отбеливания облагороженной макулатуры пероксидом водорода.

7. Экспериментально подтверждены представления Агеева М.А. о механизме флотации частиц типографской краски.

8. Разработана технологическая схема облагораживания макулатуры.

Научные результаты, полученные автором диссертации, Достаточно полно отражены в следующих публикациях:

1. Акулов Б.В., Агеев А.Я., Иванова Е.И. Исследования по облагораживанию газетной макулатуры способом флотации//Вестник ПГТУ: Аэрокосмическая техника.-№9.- 2001.-С. 3-8

2. Исследование стадии полусухого роспуска в процессе облагораживания газетной макулатуры/Акулов Б.В., Ковтун Т.Н. Деп. В ВИНТИ 28.06.02 № 1215-132002

3. Исследование стадии роспуска в процессе облагораживания газетной макулатуры.//Journal Chemistry of raw plant material. Altay State University, №3, 2002.

4. Агеев А.Я., Акулов Б.В., Ермаков С.Г., Ростова Н.В. Влияние вида и расхода ПАВ на эффективность облагораживания макулатуры способом флотации. Материалы Всероссийской НТК: тез. док. «Аэрокосмическая техника и высокие технологии - 2001»/ Под ред. Ю.В. Соколкина и А.А. Чекалина, Пермь: ПГТУ.-2001.-С.17

5. Акулов Б.В., Шилова Т.В. Исследование стадии роспуска в процессе облагораживания макулатурной массы способом флотации. Материалы областной научной конференции «Молодежная наука Прикамья – 2000».-Пермь.-2000.-С.5

Подп. В печать 21.11.02. Объем 1 п.л. Зак.1073. Тираж 100.

620032 Екатеринбург, Сибирский тракт, 37, УГЛТУ, ООП