

Исх. № 348-ВВ от «17» ноября 2020г.

**ОТЗЫВ**  
на автореферат диссертации

**Федоровой Олеси Вячеславовны**  
**«Многоступенчатое выделение лигнинного комплекса из черного  
щелока при производстве сульфатной целлюлозы»**

представленной на соискание учёной степени кандидата технических  
наук по специальности 05.21.03 «Технология и оборудование  
химической переработки биомассы дерева; химия древесины»

**Актуальность темы.**

Автореферат диссертации Федоровой О.В. посвящен теме, которая в настоящее время предопределяет значительный интерес для лесного комплекса России в части глубокой переработки всей биомассы древесины.

Выбранная автором исследования тема диссертационной работы представляет существенный теоретический и практический интерес для предприятий занимающихся химической переработкой древесины (целлюлозно-бумажной промышленности), является актуальной, и соответствует основным направлениям Стратегии развития лесного комплекса России на период до 2030 года по выпуску продукции глубокой переработки древесины.

Поэтому проведенные в диссертационной работе исследования направленные на разработку технологии по многоступенчатому выделению лигнинного комплекса из черного щелока при производстве сульфатной целлюлозы являются актуальными и представляют научный и практический интерес для предприятий целлюлозно-бумажной промышленности. Одной из самых важнейших задач предприятий, выпускающих сульфатную целлюлозу, является реконструкция действующих предприятий с увеличением объема выпуска продукции и соблюдением экологических требований к охране окружающей среды. Для ряда действующих предприятий увеличение производства целлюлозы по варке сдерживается мощностью системы регенерации химикатов, прежде всего мощностью содорегенационного котла (СРК). Для этого требуется введения нового СРК, что приводит к увеличению капитальных затрат. Для таких предприятий снять проблему с ограничением мощности из-за СРК позволит разработанная технология частичного осаждения лигнина из черного щелока. Осажденный лигнин черного щелока может рассматриваться как одно из направлений производства биотоплива, и как одна из областей био-рефайнинга древесины. Это является новым направлением решения актуальной научной задачи совершенствования

технологии химической переработки биомассы дерева и особенно- использования лигнинного комплекса как сырья для получения новых материалов.

Автором представлен емкий литературный обзор по направлениям исследования.

### **Цель и основные задачи исследования.**

Целью исследования - разработка технологии частичного или поэтапного осаждения из черного щелока лигнина (10 – 20 % от общего потока) в виде лигноуглеводного комплекса.

Для достижения этой цели решаются задачи:

- провести комплекс химико-технологических исследований по выбору исходного вида черного щелока - до его выпаривания или на промежуточных стадиях выпарки;
- определить стадийность осаждения – одно, двух или трех-стадийное;
- определить вид осаждающих реагентов для каждой стадии;
- проанализировать возможные механизмы осаждения полимерных компонентов черного щелока;
- проанализировать возможные пути снижения содержания серы в высаженном продукте;
- проанализировать возможность и целесообразность использования высаженных продуктов в качестве самостоятельного вида биотоплива или компонента композиционного биотоплива.

Решение поставленных задач позволяет более эффективно использовать выделенный лигнинный комплекс и решить ряд экологических проблем предприятий.

### **Объект исследования.**

В качестве объектов исследований использовали черный щелок предприятий ЦБП: ЗАО «Интернешнл Пейпер», АО «Сегежский ЦБК» и филиал АО «Группа «Илим» в Коряжме. Щелок от варки технологической щепы имел плотность 1,158; 1,161 и 1,163 г/см<sup>3</sup> соответственно. Для определения процентного содержания органических соединений в черном щелоке от общей суммы всех соединений в черном щелоке, применялся метод сухого и прокаленного остатка. Наряду со стандартными методами анализа черного щелока, автором разработан оригинальный метод лабораторного осаждения лигнинного комплекса углекислым газом под давлением

### **Степень обоснованности научных положений и достоверность рекомендаций и выводов, сформулированных в диссертации.**

Обоснованность и достоверность полученных данных и выводов основана на использовании совокупности современных экспериментальных методов, а также на анализе и согласовании результатов теоретических и экспериментальных исследований выделения лигнина из черного щелока сульфатной варки целлюлозы.

Достоверность результатов исследований обеспечена многократным проведением экспериментов с использованием современных методов и современного оборудования для испытаний и средств измерений. Результаты работы доступно изложены и графически оформлены.

### **Научная новизна.**

Предложен и научно обоснован способ частичного осаждения лигнина из черного щелока производства сульфатной целлюлозы как одного из направлений био-рефайнинга древесины. Разработан способ вывода полимерных компонентов из черного щелока диоксидом углерода под давлением, с осаждением по нуклеационному механизму. Исследованы и найдены оптимальные параметры такого вывода. Получено регрессионное



уравнение для выхода органических соединений. Разработан способ многоступенчатого осаждения лигнинного комплекса (ЛК).

### **Методы исследования.**

В работе использовались современные методы исследования и приборы.

По данной теме намечены, и выполнены исследования по разработке технологий многоступенчатого осаждения лигнинного комплекса (ЛК), применительно к условиям работы действующих ЦБК.

### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

Разработана технология частичной переработки черных сульфатных щелоков целлюлозного производства, которая позволяет:

- выделить из части черного щелока лигно-углеводный комплекс, пригодный в качестве биотоплива и сырья для дальнейшей химической переработки;

- снизить содержание серы в выделенном лигно-углеводном комплексе, с применением предложенного и исследованного процесса очистки от серы, до уровня, необходимого при его использовании в качестве сырья для дальнейшей химической переработки;

- снизить капитальные затраты при реконструкции ЦБК, имеющих ограничения по мощности систем регенерации (выпарка, содорегенерационный котел) сульфат-целлюлозных заводов;

- получить непосредственно на территории ЦБК новые виды биотоплива, пригодные, в частности, для использования в печи обжига известняка.

В рамках выполнения работы по данной теме намечены и выполнены исследования, нацеленные в перспективе на внедрение технологии многоступенчатого выделения из части черного щелока лигно-углеводного комплекса, пригодного в качестве биотоплива и сырья для дальнейшей химической переработки для получения новых материалов и организацию крупномасштабного их производства.

### **Заключение.**

В целом работу, судя по автореферату, следует оценить как значительный вклад в развитие исследований по получению продукта глубокой переработки древесного сырья.

Предложена и разработана технологическая схема частичной переработки слабого черного щелока (10-16 % с.в.) производства сульфатной целлюлозы путем частичного осаждения лигнина и гемицеллюлоз под действием диоксида углерода и/или серной кислоты. Установлена целесообразность выведения из системы регенерации 10-20 % черного щелока при реконструкции целлюлозно-бумажного комбината в условиях расширения производства сульфатной целлюлозы.

Оптимально выбранная и намеченная цель и основные задачи работы автором достигнуты, и достаточно обоснованно изложены.

В автореферате приведены описания выполненных исследований, результаты достаточно информативно представлены в таблицах, корректно автором сформулированы выводы по проведенным исследованиям.

Структура работы и логика изложения автореферата достаточно обоснованные, комплексно увязаны результаты исследования и выводы.

Практическую значимость диссертационной работы дает возможность использования предложенных автором технологии многоступенчатого выделения из части черного щелока лигно-углеводного комплекса, пригодного в качестве биотоплива и сырья для дальнейшей химической переработки для получения новых материалов и организацию крупномасштабного их производства

Работа имеет и прикладное значение, так как проблема глубокой переработки всей биомассы дерева является актуальной для России.

Результаты диссертационной работы были представлены в научных публикациях, и докладывались на российских и международных научных конференциях (приведены в автореферате).

В работе следовало бы указать шире направления и перспективность использования лигно-углеводного комплекса, как сырья для дальнейшей химической переработки для получения новых материалов.

Работа, автореферат Федоровой Олеси Вячеславовны на тему: «Многоступенчатое выделение лигнинного комплекса из черного щелока при производстве сульфатной целлюлозы» представляет собой цельное изложение проведенного исследования,

диссертация - законченную научно-квалификационную работу, соответствующую по новизне, актуальности, и практической значимости требованиям ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.21.03 «Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева; химия древесины».

Вице-президент РАО «Бумпром»,  
член Совета по профессиональным  
квалификациям в целлюлозно-бумажной,  
мебельной и деревообрабатывающей  
промышленности.

Веселов Виктор Сергеевич  
17.11.2020 г.

Москва, 119019, Филипповский пер., 9.  
РАО «Бумпром», <http://www.bumprom.ru/>  
тел/факс 8 499 450 37 55