

ежегодно. Древесина осины не находит широкого промышленного применения в связи с повсеместным заражением сердцевинной гнилью и недостаточным уровнем механической прочности.

Поэтому перед лесопромышленным комплексом стоит задача увеличения эффективности переработки осиновой древесины с получением ценных востребованных продуктов. Автором в диссертационной работе предложен вариант решения проблемы эффективной переработки древесины осины путем проведения процесса пиролиза с последующей активацией. Получены активные угли, не уступающие по характеристикам известным маркам отечественных сорбентов, отвечающие требованиям импортозамещения в ряде отраслей. Предложена и апробирована технология обработки пивного сусла активными углями на основе осины.

В связи с этим, тему диссертационной работы следует признать актуальной.

Новизна исследований и полученных результатов заключается в том, что на основании проведенных многочисленных экспериментов впервые установлены количественные закономерности по влиянию основных действующих факторов процесса пиролиза древесины различных пород на выход и свойства получаемых древесных углей из древесины березы, сосны и осины.

Автором впервые установлены закономерности влияния основных факторов процесса активации на сорбционные свойства получаемых активных углей с различным уровнем развития мезо- и микропористости.

В результате исследований установлены величины, пределы варьирования и закономерности изменения свойств разрабатываемых материалов при их целевом использовании для сорбции активными древесными углями белковых и полифенольных соединений из модельных растворов, пивного сусла и пива. Установлены зависимости характеристик качества активных углей от условий получения.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Представленные результаты основываются на большом экспериментальном материале, полученном в лабораторных условиях при исследовании влияния факторов пиролиза и активации на свойства разрабатываемого продукта – активных углей. Достоверность результатов исследования обеспечена использованием апробированных теоретических положений, репрезентативными сериями экспериментов с привлечением аттестованных средств измерения, использованием методов планирования эксперимента. Полученные автором в лабораторных условиях результаты реализованы на производстве, что подтверждено актом о промышленных испытаниях на ООО «Дикий хмель» (п. Белоярский Свердловской области).

При изучении свойств и характеристик качества разрабатываемых материалов использованы стандартные и современные методы исследований. Соответствие характеристик качества образцов материалов, полученных по предложенной автором технологии, предъявляемым требованиям, свидетельствует

о достоверности полученных результатов и обоснованности научных положений, высказанных автором.

Значимость для науки и производства результатов, полученных автором данной диссертационной работы.

Результаты исследования свойств активных углей из древесины сосны, березы и осины, позволили для повышения эффективности брожения и улучшения качества пива, разработать рекомендации по введению дополнительной стадии в виде обработки пивного сусла углеродным нанопористым материалом. Подтверждено на практике, что сорбционная обработка сусла активным углем из осины позволяет значительно улучшить прозрачность, стабильность и вкусовые характеристики готового продукта за счет эффективного удаления коллоидных и высокомолекулярных соединений (белков, полифенолов, хмелевых смол), а также позволяет снизить нагрузку на дрожжи и улучшать кинетику брожения.

Результаты диссертационной работы являются полезными при промышленном производстве активных углей с целевым назначением использования в качестве сорбента при обработке пивного сусла. Особую важность представляет разработанная технология получения и использования активных углей из древесины осины, что делает данные материалы перспективными для применения в производстве слабоалкогольных напитков.

Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результатом проведенных исследований является разработанная технология получения древесных углей и их активации для получения заданного уровня развития мезо- и нанопористой структуры, обладающими хорошими сорбционными свойствами по отношению к низкомолекулярным соединениям и соединениям со сравнительно высокой молекулярной массой при обработке технологических сред производства слабоалкогольных напитков.

Обоснованная автором аппаратурно-технологическая схема получения и эффективного применения активных древесных углей в производстве слабоалкогольных напитков с целью повышения их коллоидной стойкости и интенсификации процесса ферментации, апробирована в производственных условиях на ООО «Дикий хмель» (п. Белоярский Свердловской области).

Полученные результаты вносят значительный вклад в теорию и практику производства сорбционных материалов на основе древесных углей, а также могут служить базой для дальнейших исследований по применению данных материалов в пищевой промышленности.

Замечания по содержанию диссертации:

По диссертационной работе Авдюковой Оксаны Дмитриевны имеются следующие замечания:

1) Насколько уместно древесный уголь (не активный) называть нанопористым углеродным материалом (с. 12,17,18 и др.)? Известно, что микропоры формируются именно в процессе активации древесного угля. При описании этапов технологии пиролиза целесообразно использовать термин

«древесный уголь», поскольку не идет речь о формировании нанопористой структуры.

2) Методы анализа углей имеют ссылки на ГОСТы, в то время как методы исследования пива и сула (с. 46,47) перечислены без ссылок на методики, кроме одной – определение кислотности.

3) Математические модели (с. 70, 73, 75) не имеют двойных коэффициентов (взаимодействие параметров), степень совместного влияния параметров при этом невозможно установить.

4) Графическая интерпретация полученных зависимостей (рис. 3.18...3.25, с.71...77) показана с использованием кодированных значений переменных (-1,0; -0,50; 0; 0,50; 1,0), о чем следовало указать в пояснениях.

5) Не указано оборудование, на котором изучали структуру активного осинового угля (с. 67, рис. 3.17).

6) На с. 80, рис. 4.1, приведены изотермы сорбции танина, однако не представлено данных об использованном образце танина и о конкретной методике эксперимента, в методической части (с. 42) она изложена расплывчато. Степень извлечения танинов полезно оценивать не только в мг/дм³, но и в мг/г сорбента.

7) На с. 110 в табл. 5.2 размерность чистой прибыли имеет 5 знаков после запятой, что не соответствует другим параметрам.

8) В списке использованных источников, на с. 111 опечатка в фамилии Богомоллов [8]; учебник [16] имеет еще 3 автора, кроме указанных, следует добавить «и др.».

9) В тексте диссертации имеются и другие опечатки и неточности.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.

Диссертационная работа Авдюковой Оксаны Дмитриевны является целостной и законченной научно-квалификационной работой, обладает научной новизной и практической значимостью и представляет собой завершенное исследование, выполненное на высоком научном уровне. Личный вклад соискателя в разработку научной проблемы подтверждается 10 публикацией автора, и представлением результатов диссертационного исследования на научных мероприятиях.

Высказанные замечания не снижают научной ценности выполненной работы. Автореферат и опубликованные статьи отражают ее основное содержание. Содержание работы соответствует заявленной специальности. Актуальность темы, степень обоснованности выводов и научных положений работы, достоверность и новизна результатов позволяют заключить, что диссертация Авдюковой Оксаны Дмитриевны «Синтез активных древесных углей и оценка эффективности их применения в производстве слабоалкогольных напитков» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная задача повышения эффективности использования материалов на основе продуктов

переработки древесины путем придания им специфических свойств, соответствующих их целевому назначению, и снижения нагрузки на окружающую среду, способствуя развитию лесохимического комплекса.

Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (ред. от 16.10.2024 г.), предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а её автор Авдюкова Оксана Дмитриевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.4. Технологии, машины и оборудование для лесного хозяйства и переработки древесины.

Диссертация Авдюковой О.Д. рассмотрена на заседании кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова (протокол №2 от 23.01.2026).

Отзыв составили:

Профессор кафедры ЦБиЛХП,
доктор технических наук (специальность 05.21.03), профессор



Казаков Я.В.

Профессор кафедры ЦБиЛХП,
кандидат технических наук (специальность 05.21.03), доцент



Кутакова Н.А.

Казаков Яков Владимирович, профессор кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств
163002, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, 17
Тел. (8182) 21 61 82; +7 911 564 90 41; E-mail: j.kazakov@narfu.ru

Кутакова Наталья Алексеевна, профессор кафедры целлюлозно-бумажных и лесохимических производств
163002, г. Архангельск, Набережная Северной Двины, 17
Тел. (8182) 21 61 76; +7 921 070 60 27; E-mail: n.kutakova@narfu.ru

Личную подпись *Казакова Я.В.*
заверяю: ученый секретарь ученого совета САФУ
Раменская Е.Б. Раменская
" 23 " января 2026

Личную подпись *Кутаковой Н.А.*
заверяю: ученый секретарь ученого совета САФУ
Раменская Е.Б. Раменская
" 23 " января 2026

