

Направляющая организация:

МБОУ «Лесхозская средняя общеобразовательная школа» Арского
муниципального района Республики Татарстан
Школьное лесничество ГКУ «Арское лесничество»

**Оценка эффективности получения
древесного угля из древесины рубок ухода**

Галимов Ильяс Эдуардович, 9 класс

Научный руководитель:

учитель химии высшей категории

Курбанова Салимя Адхамовна

Казань 2020

Оглавление

| | |
|--|----|
| Введение | 2 |
| Глава 1 Оценка потенциала древесной биомассы Арского лесхоза РТ | 4 |
| 1.1. Рубки ухода за лесом | 6 |
| Глава 2 Технологии получения угля из древесины | 7 |
| 2.1. Общие сведения о технологии получения угля из древесины | 7 |
| 2.2. Выбор технологии получения древесного угля..... | 9 |
| 2.3. Описание технологии получения древесного угля..... | 10 |
| Глава 3. Экспериментальное исследование характеристик полученного угля | 13 |
| 3.1. Подготовка проб | 13 |
| 3.2. Определение содержания воды | 13 |
| 3.3. Определение содержания золы..... | 14 |
| 3.4. Определение массовой доли нелетучего углерода..... | 15 |
| 3.5. Определение теплоты сгорания..... | 16 |
| Глава 4. Экономическое обоснование эффективности получения древесного угля из низкотоварной древесины Арского лесхоза РТ | 17 |
| Заключение | 19 |
| Список использованных источников | 20 |

Введение

Лес является одним из главных экологических регуляторов биосферы. Лес наиболее активным образом участвует в круговороте кислорода в природе, оказывая решающее влияние на химический состав атмосферы. Лес является надежным и комфортным домом для большого количества животных, птиц, насекомых и растений. Лес задерживает пыль, очищает воду при испарении, снижает шум, смягчает вредоносность ядовитых химических загрязнений. Лес снабжает людей древесиной, топливом, бумагой, ягодами, грибами, орехами и лекарствами.

Значительная доля биомассы планеты принадлежит древесине, которая обладает высокой теплотворной способностью, не образует при сжигании газов, отравляющих атмосферу, а твердый продукт сгорания – зола – является ценным удобрением [1].

Из древесины можно получить более 20000 видов изделий и продуктов [2]. Одним из продуктов древесины является древесный уголь, получаемый из древесины методом пиролиза. Древесный уголь является бездымным топливом, имеющим большую, чем у древесины теплотворную способность.

Древесный уголь, благодаря своей пористой структуре, может применяться в качестве сорбента для решения ряда экологических проблем, например, таких как очистка воды и воздуха, ликвидация разливов нефти.

Кроме этого, древесный уголь является хорошим восстановителем в металлургических процессах и при получении кристаллического кремния, из которого изготавливаются фотоэлементы солнечных батарей.

Сырье для получения древесного угля регламентируется соответствующими требованиями [3], проанализировав которые можно сделать вывод, что потенциально для получения качественного древесного угля может применяться древесина рубок ухода за лесом, которые регулярно проводятся лесными хозяйствами. Рубки ухода могут давать значительное количество древесины. Но часто эта древесина низкого качества не находит применения и деревья остаются гнить на месте, где были срублены.

Цель работы: вовлечение в переработку древесины рубок ухода за лесом Арского лесхоза РТ для расширения сырьевой базы производства качественного древесного угля.

Задачи:

- Оценка потенциала древесной биомассы Арского лесхоза РТ
- Анализ технологии получения древесного угля
- Получение древесного угля из древесины рубок ухода за лесом Арского лесхоза РТ и определение его характеристик
- Экономическая оценка эффективности получения древесного угля из древесины рубок ухода за лесом

Объект исследования: древесина рубок ухода за лесом на примере одной из основной лесообразующей породы лесного фонда Арского лесхоза РТ, мягкой лиственной породы - липа низкоствольная мелколистная (*Tilia cordata*).

Предмет исследования: получение древесного угля из древесины рубок ухода за лесом и сравнительный анализ полученного угля с характеристиками угля, востребованного рынком.

Глава 1. Оценка потенциала древесной биомассы Арского лесхоза РТ

Лесной покров земли занимает более одной пятой суши. Мировые запасы древесины составляют около 380 млрд. м³ [4]. Россия - крупнейшая лесная держава, ее лесопокрытая площадь составляет 774 млн. га, а запасы древесины – около 80 млрд. м³. Это означает, что на долю России приходится более 1/5 лесопокрытой площади планеты и мировых запасов древесины. Лесистость страны, определяемая по отношению площади покрытых лесом земель к общей территории, составляет 44,7%. В составе лесов России произрастают около 300 видов деревьев, большое число видов кустарников и лиан. В целом по России состав воображаемого среднего древостоя выглядит следующим образом: лиственница – 32%; сосна – 20%; ель – 15%, кедр - 10%; пихта – 3%; берёза 13%, осина – 5%, дуб – 1%, прочие

лесообразователи - 1%. [5].

Распределение запасов древесины в лесах административных территорий России очень неравномерно.

Лесной фонд Республики Татарстан насчитывает 1271,1 тыс.га, а лесистость составляет чуть более 17,5%. Породный состав лесов республики Татарстан также имеет существенные отличия от средних по стране: осиновые насаждения занимают 20,8 %, липовые - 17,8%, березовые – 17,4%, сосновые – 16,5%, дубовые – 14,6%, еловые – 7,1%, прочие породы – 5,8%.

В настоящее время в составе Министерства лесного хозяйства Республики Татарстан 30 Государственных казённых учреждений-лесничеств, 30 Государственных бюджетных учреждений «Лес», 26 государственных природных заказников и 137 памятников природы регионального значения [6]. Но поскольку мы, коллектив авторов, являемся учащимися лесохозяйственной школы Арского района РТ, объектом нашего внимания и исследования является Арский лесхоз.

Арский лесхоз основан в 1931 году. Лесхоз расположен в северо-западной части республики и занимает территорию Арского, Балтасинского и Атнинского районов, являющихся относительно малолесными. В его состав входят 3 участковых лесничества: Тукайское, Сурнарское, Балтасинское.

Протяженность территории лесничества с севера на юг – 48 км, с востока на запад – 60 км. Общая площадь земель лесного фонда Арского лесхоза, покрытая лесом, составляет 30019га и представлена следующими породами: сосна – 10524 га; ель - 6938 га; дуб – 1136 га; берёза – 3746 га; осина – 2297 га; липа – 3826 га; кустарники и несомкнувшиеся лесные культуры остальное (рис. 3), общий запас древесины равен 5181,1тыс.м³ , расчетная лесосека составляет 23,7 тыс м³[6].

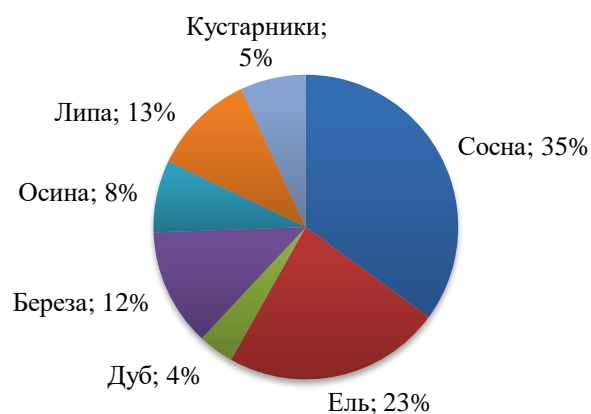


Рисунок 3. Основные лесообразующие породы деревьев Арского лесхоза

Лесничество расположено в лесодефицитном районе республики. Лесистость района расположения лесничества составляет 12,8%, что значительно ниже средней лесистости по РТ. Основными лесообразующими породами являются: ель европейская, сосна обыкновенная, берёза повислая (плакучая), липа низкоствольная мелколистная.

И если заготовленная древесина первых трех пород имеет потребителя, то большая часть древесины липы остается невостребованной.

Липа мелколистная (*Tilia cordata*) объединяет около сорока пяти видов деревьев и крупных кустарников, а также свыше сотни гибридных видов. Липы – крупные листопадные деревья высотой от 20 до 40 м. Все виды лип имеют красивую, густую, легко поддающуюся формовке крону (диаметр кроны липы – от 2 до 5 м). Листья липы простые, очередные, сердцевидные, острозубчатые по краю и остроконечные. Помимо своих декоративных качеств липы ценятся за обильные, душистые, желтые цветки, собранные в щитковидные соцветия; плоды липы – односемянные орешки. Цветение липы наступает обычно в июле. Цветки липы обладают рядом целебных свойств. Липа используется в качестве лекарственного медоносного средства.

1.1. Рубки ухода за лесом

Рубки ухода за лесом — это форма ухода за лесом путём удаления из насаждения нежелательных деревьев и создания благоприятных условий для роста лучших деревьев главных пород, направленная на формирование высокопродуктивных качественных насаждений.

Основными видами рубок ухода за лесом являются:

Осветление – рубка ухода в молодом древостое для улучшения породного состава и роста деревьев главной породы.

Прочистка. Проводится после осветления в молодом древостое для улучшения условий роста и регулирования размещения деревьев главной породы по площади. Причем прочистку и осветление проводят, даже если стоимость работ не окупается при реализации полученной древесины.

Прореживание. Проводится с целью создания благоприятных условий для формирования ствола и кроны лучших деревьев.

Проходная рубка, следующая за прореживанием, проводится с целью создания благоприятных условий для увеличения прироста лучших деревьев и позволяет ускорить выращивание деловой древесины.

Рубка переформирования проводится в средневозрастных и старшего возраста насаждениях, с целью коренного изменения их возрастной структуры, состава или строения путём регулирования в насаждении соотношения составляющих его элементов и создания благоприятных условий роста деревьям целевых пород, поколений и ярусов.

Рубка обновления создает благоприятные условия роста молодым перспективным деревьям, имеющимся в насаждении, появляющимся в процессе проведения рубок или высаживаемым.

Ландшафтная рубка направлена на формирование лесопарковых ландшафтов и повышение эстетической, оздоровительной ценности и устойчивости их.

Омолаживание подлеска — рубка подлеска с целью обеспечения его последующего порослевого возобновления.

Обрезка сучьев в древостое — уход за лучшими деревьями путём удаления сучьев на стволе и в нижней части кроны для повышения качества и увеличения выхода бессучковой древесины, снижения пожарной опасности. Широко распространена обрезка сучьев и в садово-парковом хозяйстве.

Глава 2 Технологии получения угля из древесины

2.1. Общие сведения о технологии получения угля из древесины

Получение продуктов из древесины путем воздействия высоких температур относится к числу древнейших технологий в истории человечества [7]. Археологические раскопки свидетельствуют о том, что еще пещерные люди знали древесный уголь. С начала бронзового века древесный уголь стал одной из основ развивающейся цивилизации. Его особенности, такие как высокое содержание углерода, отсутствие вредных для многих технологий фосфора, серы, тяжелых металлов, возможность изготовления разнообразных сорбентов, позволяют древесному углю и сейчас оставаться одним из важных продуктов.

Образование древесного угля – это разложение веществ, составляющих древесину на более низкомолекулярные соединения. В твердом остатке увеличивается концентрация углерода. С летучими компонентами удаляются кислород и водород, содержащиеся в веществах древесины, и часть углерода. Твердый остаток пиролиза составляет около трети массы исходной древесины, но содержит около половины углерода древесины.

Необходимо так же отметить, что превращение части древесины в уголь исключает его выделение в атмосферу в виде углекислого газа, внося существенный вклад в решение проблемы парниковых газов.

Кроме того, внесением древесного угля в почву (Biochar) решаются вопросы улучшения структуры почвы, повышается ее продуктивность, а в ряде случаев снижается ее токсическое загрязнение при рекультивации земель [8].

Процесс распада компонентов древесины при воздействии высокой температуры без доступа кислорода называют пиролизом. Продуктами пиролиза древесины могут быть древесный уголь, жидкие и газообразные продукты. И поэтому сам пиролиз может называться и углежжением, и смолокурением, и газификацией и т.д.

Процесс пиролиза древесины обычно включает пять стадий [7].

1. Стадия нагрева.
2. Сушка древесины: температура не выше 150° С; процессы нагрева и сушки эндотермические; состав древесины почти не изменяется.
3. Начальная стадия распада древесины: температура от 150 до 270 °С; процесс эндотермический; начинается разложение гемицеллюлоз и отдельных фрагментов лигнина; образуются низкомолекулярные продукты (вода, оксиды углерода, метанол, уксусная кислота и др.).
4. Стадия пиролиза: температура от 270 °С до 450 °С; процесс экзотермический: происходит интенсивный распад целлюлозы и лигнина с образованием основной массы продуктов распада и формирование структуры угольного остатка.
5. Прокалка угля: температура в зависимости от типа аппарата лежит в диапазоне 450-600 °С; происходит отщепление остаточных функциональных групп от углеродного скелета; эндотермические и экзотермические реакции идут параллельно, суммарный баланс стадии — эндотермический.

На выход, состав и свойства продуктов пиролиза влияют порода и качество древесины, размер частиц сырья и его начальная влажность, скорость нагрева, конечная температура нагрева (рис. 4).

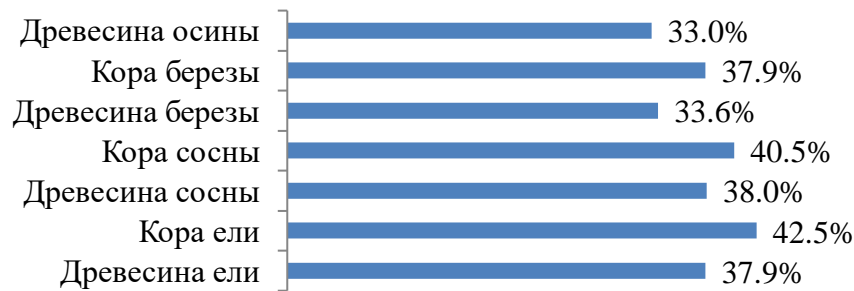


Рисунок 4 - Выход угля из древесины и коры основных произрастающих в России пород [7]

2.2. Выбор технологии получения древесного угля

Установок для углежжения создано множество, начиная с простого ямного углежжения и заканчивая высокотехнологичным производством [7].

Классификация установок для углежжения представлена на рисунке 5.

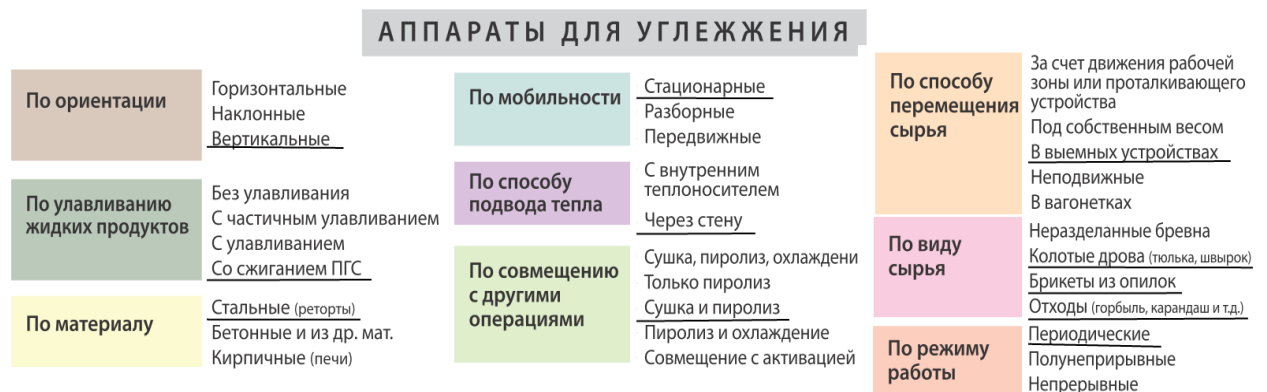


Рисунок 5. Классификация аппаратов для углежжения

С точки зрения экологической опасности все технологии производства древесного угля условно можно разделить на три группы.

К первой группе относятся технологии углежжения, распространенные в развивающихся странах, т.е. ямное и кучное углежжение. Вся парогазовая смесь в этих установках выбрасывается в атмосферу. Выброс вредных веществ составляет около одной тонны на 1 тонну производимого угля.

Ко второй группе относятся технологии, распространенные в Бразилии и во многих других странах (Аргентина, Таиланд). Часть парогазовой смеси в этих технологиях подвергают конденсации с целью получения жидких

продуктов пиролиза. В этом случае выброс вредных веществ составляет около 0,2 тонны на 1 тонну производимого угля.

К третьей группе относятся технологии, где предусмотрено эффективное сжигание всей образующейся ПГС. К ним относятся в России установки типа МПРУ (модульная пиролизная ретортная установка), «ЭКОЛОН», углевыжигательная печь конструкции «Энерголеспром» [9] и т.д. В этом случае выброс вредных веществ составляет около 8 кг на 1 тонну производимого угля. Тепло, выделяющееся от сжигания парогазовой смеси, может быть эффективно использовано для проведения процессов сушки и пиролиза древесины.

Специфике условий Арского лесхоза и требованиям экологической безопасности в большей степени соответствуют технологии из 3-ей группы приведенной выше классификации. На рисунке 2 прочерком выделена принадлежность этих технологий к соответствующим видам оборудования для углежжения.

2.3. Описание технологии получения древесного угля

Особенность технологии состоит в том, что жидкие и газообразные продукты термораспада не выводятся, а направляются в топку и там сжигаются. Тепло от их сжигания используется для технологии. За счет этого, топка печи в летнее время не нуждается в дополнительном топливе, а зимой ограничено потребляет древесные отходы. Единственным продуктом является древесный уголь. Режимными параметрами можно добиваться разной степени прокаливания угля в соответствии с требованием заказчика. Выбросы в окружающую среду экологически чистые и по составу не отличаются от дыма обычных дровяных печей.

Состав установки и схема размещения основных узлов и оборудования изображены на рисунке 6.

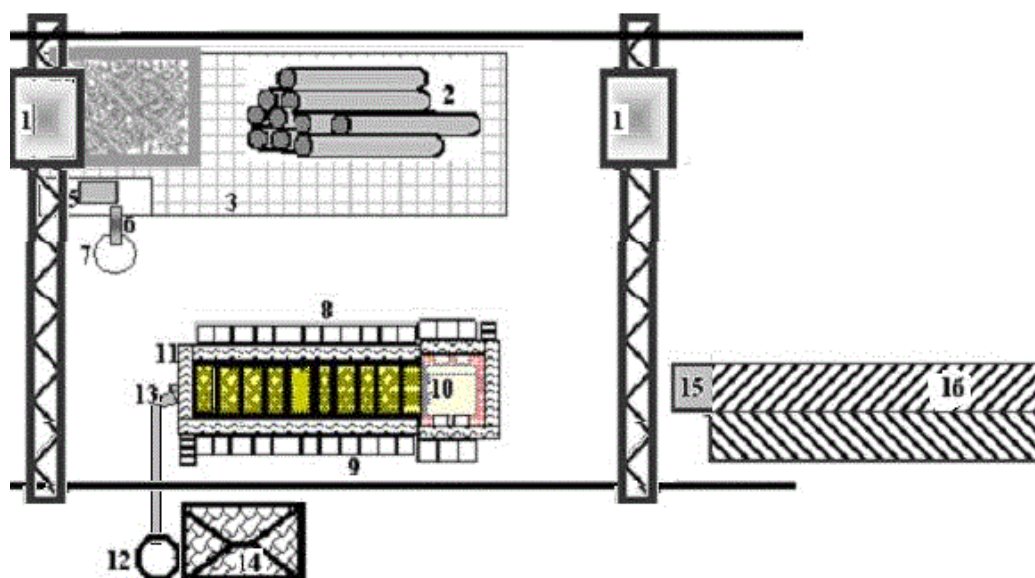


Рисунок 6. Состав установки получения древесного угля и схема размещения основных узлов

Разгрузка поступающего древесного сырья в виде сортиментов длиной от 2 до 6 м производится подъемным устройством 1. Подъемным устройством являются тельферы, которые перемещаются по двум балкам, установленных на общие рельсы. В этом случае можно одновременно выполнять и операции по обработке сырья и технологические операции. Этим же подъемным устройством производят подачу сырья в штабели 2 и на площадку 3 для подготовки сырья. На площадке 3 производится разделка длинника и раскалывание чураков на поленья. Разделанное сырье подается в склад колотых дров 4. На складе дрова высыпают в кучу для естественной подсушки. Возможна прямая загрузка свежесколотых дров в реторты. При помощи механического колуна 5, дрова поступают в реторту по транспортеру 6. При этом реторта для приемки дров устанавливается открытой крышкой вверх в кессон 7, заглубленный в грунт на глубину, необходимую для установки транспортера над ретортой. Реторты представляют собой стальные цилиндры высотой 3,3 м и диаметром 1,02 м, с наглухо приваренным дном и крышкой, откидывающейся на петлях при загрузке и разгрузке. В верхних и нижних частях реторт приварены петли для зацепления строп подъемного устройства. При закрытии нижней крышки

реторты по периметру остается щель, через которую пары и газы могут выходить из реторты. В нижней крышке сделаны дополнительно отверстия для выхода парогазов.

При помощи подъемного устройства 1 также выполняются подъемно-транспортные операции с ретортами пустыми, заполненными дровами, горячим и остывшим углем.

Реторты, заполненные дровами и остывающим углем, устанавливаются в кассетах 8 и 9, причем реторты с углем в лотке под кассетами 9 герметизируются песчаным затвором.

Древесный уголь получают в углевыжигательной печи 10, снабженной лестницами и площадками 11 для обслуживания реторт. На производственной площадке имеется дымовая труба 12 соединенная с печью дымоходом 13, операторская с пультом контроля и бытовым помещением 14, узел разгрузки угля 15 и крытый склад готовой продукции с фасовочным отделением 16.

Последовательность протекающих процессов: дрова в выемных ретортах помещаются сперва в сушилку, а, после подсушки, в пиролизер. Газообразные и жидкие продукты теплового разложения в виде паров и газов поступают в топку через специальные каналы, и полностью сгорают. Таким образом, вредные выбросы не попадают в воздух, а сжигаются и покрывают потребность установки в тепле. Помимо печи установка включает склад сырья с зоной фасовки, погрузчик, площадки подготовки сырья с пилой и колуном, подъемный кран, опорные подставки (кассеты) для реторт, устройства для загрузки и разгрузки реторт, бытовку и операторскую. Фотография углевыжигательной печи, расположенной в Арском лесхозе, представлена на рисунке 7. (Приложение 1)

Глава 3. Экспериментальное исследование характеристик полученного угля

Основными показателями, определяющими качество древесного угля как сорбента, являются содержания воды, золы, нелетучего углерода и теплоты сгорания. Проверка каждого из данных показателей проводилась в соответствии с методиками на специальном оборудовании. Экспериментальное исследование показателей древесного угля проводилось в лаборатории кафедры химической технологии древесины ФГБОУ ВО КНИТУ.

3.1. Подготовка проб

Для проведения лабораторных исследований образцы древесного угля измельчались в ступке до порошкообразного состояния.

3.2. Определение содержания воды

Определение содержания воды выполнялось в соответствии с методом ГОСТ 16399-70.

Суть метода заключается в высушивании образцов в сушильном шкафу.

Необходимые посуда и оборудование: стаканчики для взвешивания, эксикатор с осушителем, весы с точностью взвешивания 0,0001 г., сушильный шкаф с возможностью поддержания заданной температуры.

1-2 г угля помещают в стаканчик и взвешивают. Результаты взвешиваний в граммах записывают с точностью до четвертого десятичного знака. Затем, приоткрыв стаканчик, помещают его в предварительно нагретый сушильный шкаф. Температура сушки - 107°C, время сушки – 60 мин. По истечении времени стаканчик с содержимым помещают в эксикатор для охлаждения до температуры окружающего воздуха и взвешивают.

Массовую долю воды X в процентах вычисляют по формуле

$$X = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_1 - m}, \%$$

где m - масса стаканчика, г;

m_1 - масса стаканчика с навеской до высушивания, г;

m_2 - масса стаканчика с навеской после высушивания, г.

За результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, округленных до первого десятичного знака.

Результаты исследования и расчеты представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

| № пробы | m , г | m_1 , г | m_2 , г | X, % | X_{cp} , % |
|---------|---------|-----------|-----------|------|--------------|
| 1 | 47,7267 | 50,325 | 50,2119 | 4,35 | 4,47 |
| 2 | 47,1258 | 50,1363 | 49,998 | 4,59 | |

3.3. Определение содержания золы

Определение содержания золы выполнялось в соответствии с методом ГОСТ 12596-97.

Сущность метода заключается в озолении навески образца в муфельной печи, прокаливании зольного остатка до постоянного веса при температуре (850 ± 25) °С и взвешивании полученного остатка.

Необходимые посуда и оборудование: тигли низкие, эксикатор с осушителем, весы с точностью взвешивания 0,0001 г., муфельная печь с возможностью поддержания заданной температуры, щипцы тигельные.

В два тигля, предварительно прокаленных и взвешенных в граммах с точностью до четвертого десятичного знака, помещают в каждый около 1 г растертого образца. Тигли с образцами помещают в нагретую до 850 °С муфельную печь. Затем закрывают дверцу и в течение 3 ч прокаливают навеску образца при (850 ± 25) °С. Вынутые из муфельной печи тигли с

зольным остатком охлаждают сначала на воздухе в течение 5 мин, а затем в эксикаторе и взвешивают.

Массовую долю золы A вычисляют по формуле

$$A = \frac{(m_1 - m_2) * 100 * 100}{(m_1 - m_2) * (100 - X)}, \%$$

где m - масса тигля, г;

m_1 - масса тигля с навеской до озоления, г;

m_2 - масса тигля с зольным остатком, г.

X – содержание влаги в испытуемой пробе, %

За результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, округленных до первого десятичного знака.

Результаты определения содержания золы представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2.

| № | m , г | m_1 , г | m_2 , г | X , % | A , % | A_{cp} , % |
|---|---------|-----------|-----------|---------|---------|--------------|
| 3 | 26,498 | 29,834 | 26,5173 | 4,47 | 0,61 | 0,63 |
| 4 | 27,218 | 29,2927 | 27,2309 | 4,47 | 0,65 | |

3.4. Определение массовой доли нелетучего углерода

Определение массовой доли нелетучего углерода выполнялось в соответствии с методом ГОСТ 12596-97.

Массовая доля нелетучего углерода определяется как разность между 100 и суммой зольности, общей влаги и выхода летучих веществ.

Выход летучих веществ определяют как потерю массы навески угля за вычетом влаги при нагревании без доступа воздуха при температуре 900 °С в течение 7 мин.

Массовую долю нелетучего углерода (X_1) в процентах вычисляют по формуле

$$X_1 = 100 - (X_2 + X_3), \%$$

где X_2 - массовая доля золы, определенная по п.3.3, %;

X_3 - массовая доля летучих веществ, вычисленная по формуле

$$X_3 = \left[\frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \cdot 100 - X \right] \cdot \frac{100}{100 - X},$$

где m_1 - масса пустого тигля с крышкой, г;

m_2 - масса тигля с крышкой и навеской угля перед нагреванием, г;

m_3 - масса тигля с крышкой и нелетучим остатком после нагревания, г;

X - массовая доля воды, %.

За результат анализа принимают среднее арифметическое двух параллельных определений, округленных до первого десятичного знака.

Результаты определения содержания золы представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3.

| № образца | m_1 , г | m_2 , г | m_3 , г | X , % | X_3 , % | X_2 , % | X_1 , % | X_{1cp} , % |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| 1 | 30,1712 | 32,6948 | 31,6347 | 4,47 | 39,29 | 0,63 | 78,08 | 77,3 |
| 2 | 31,3628 | 34,0645 | 32,8881 | 4,47 | 40,90 | 0,63 | 76,47 | |

3.5. Определение теплоты сгорания.

Теплота сгорания топлива — физическая величина, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании топлива массой 1 кг. Измеряется в Дж/кг или калория/кг (1 Дж = 0,238846 кал).

Для экспериментального измерения теплоты сгорания древесного угля использовали специальный прибор – калориметр.

Образцы древесного угля отбирали пробу и взвешивали ее на весах. Затем пробу помещали в тигель. На проволоку для розжига надевали хлопковую нить. Фиксировали нить таким образом, чтобы она касалась образца. Тигель помещали в калориметрическую бомбу, которую затем устанавливали в калориметр. В меню калориметра вводили массу образца и после нажатия на кнопку “Start” начинался автоматизированный процесс: бомба заполняется кислородом, внутренний сосуд заполняется водой. С началом эксперимента на дисплее отображается график изменения

температуры внутреннего сосуда в зависимости от времени. По окончании эксперимента на дисплее калориметра появляется значение теплоты сгорания. У полученного образца угля древесины липы теплота сгорания составила 26725 Дж/г. Значения теплоты сгорания различных топливных материалов представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4. Теплота сгорания полученного угля и различных топливных материалов [10].

| Материал | Теплота сгорания, МДж/кг | Материал | Теплота сгорания, МДж/кг |
|-------------------------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| Полученный уголь (уголь липы) | 26,73 | Каменный уголь | 31,25 |
| Уголь древесный | 30,2-33,90 | Антрацит | 34,80 |
| Древесина | 16,45 | Кокс доменный | 30,35 |
| Торф | 10,45-21,80 | Нефть | 43,05 |
| Уголь бурый | 12,50-25,00 | Бензин | 43,70 |

Глава 4. Экономическое обоснование эффективности получения древесного угля из низкотоварной древесины Арского лесхоза РТ .

Расчет экономического эффекта производства древесного угля.

Установка Арского лесхоза работает 300 суток в год. Один цикл длится двое суток, следовательно, 150 циклов в год. Цикловая (разовая) загрузка 4м³. 4х150=600 м³. Около 1 м³ древесных отходов необходимо для энергетического обеспечения процесса в течении цикла. Выход угля за цикл составляет около 450 кг. Таким образом, годовая потребность установки по древесине составляет около 750 м³, от реализации которого по предприятие может получить:

либо выручку в размере чуть более 230 тыс рублей в год (при реализации маловостребованной древесины рубок ухода по цене 309

руб/м³(309 x 750=231750рублей), либо при переработке этого же количества и качества древесины в уголь выручку в размере (20x450x150 = 1350 тыс рублей при цене угля 20 рублей за кг)

Нами при расчете учитывались только 750 м³ древесины - это годовая производительность одной углевыжигательной печи, функционирующей на территории лесхоза. Согласно отчета за 2018 год ГКУ «Арское лесничество» в результате санитарных рубок и рубок ухода получили 54923м³древесины, из которых 45628 м³ ликвидная древесина, включая деловую - 22170 м³. Если из количества ликвидной древесины вычесть количество деловой (пиловочник, фанкряж и спецкряж, подтоварник и некоторые другие виды древесной продукции, реализуемой по достаточно высокой стоимости) остается неделовая древесина, реализуемая по цене 309руб/м³.

Итак, выручка от продажи этой неделовой древесины (45628-22170=23458 м³ –количество древесины, реализуемой по цене 309руб/ м³) составит 23458x309=7248522 рубля. При реализации этого количества древесины после переработки его в уголь может быть получена выручка в размере более58 млн рублей: 23458 м³x500кг/ м³=11729000 кг древесины. При выходе угля около 25% из указанного количества древесины может быть получено 11729000x0,25=2932250кг угля. При минимальной стоимости 1 кг угля, составляющей 20 руб/кг, реализация этого количества угля может принести 58645000рублей выручки.

А учитывая то обстоятельство, что некоторое, причем весьма значительное количество древесины, вообще является неликвидным : 54923-45628=9295 м³. При переработке этой части древесины в уголь, с учетом нулевой стоимости исходной древесины, может быть получено ещё 9295x500x0,25x20=23237500 рублей выручки.

Таким образом, в случае переработки предприятием всей, невостребованной сегодня части низкотоварной древесины в уголь к уже получаемым 1350000-231750= 1118250 рублей, может быть получено дополнительно

$23238+(58645-7248,522)=74634,478$ тыс. рублей выручки или свыше 75 млн рублей в год

Конечно, расчёты очень приблизительные и не учитывают некоторые весьма значительные статьи расходов, связанные с переработкой древесины в уголь, тем не менее, по нашему мнению, дополнительная выручка более 75 млн. рублей в год представляет значительный потенциальный интерес для экономики предприятия и района в целом.

Заключение

В результате проведенных исследований проанализирован состав лесов России, Республики Татарстан и Арского лесхоза РТ. Предложено направление использования древесины рубок ухода за лесами. Проведен аналитический обзор технологий получения древесного угля из древесины. Получен уголь из древесины мягкой лиственной породы - липы. Выполнена экспериментальная оценка полученного угля на возможность использования для различных целей. Проведена экономическая оценка эффективности получения древесного угля из низкотоварной древесины рубок ухода за лесом Арского лесхоза РТ.

Переработка предприятием всей не востребованной сегодня части низкотоварной древесины в уголь позволит получить свыше 75 млн. рублей выручки в год.

Кроме экономического эффекта, использование данной технологии может принести и значительный социальный эффект – создание дополнительных рабочих мест, улучшение санитарного и противопожарного состояния окружающих нас лесов, улучшение экологической обстановки региона, сохранение биоразнообразия, способствующего дальнейшему расширению хозяйственной деятельности лесных хозяйств, возможность использования полученного угля в качестве топлива, сорбента и восстановителя.

Кроме того, необходимо отметить, что уголь – не единственный продукт

данной технологии. В процессе термохимического разложения биомассы дерева также образуется парогазовая смесь (до 80% исходной массы), конденсированный продукт, который также может быть использован в качестве печного топлива или химического сырья для получения дополнительной продукции с высокой добавленной стоимостью.

Выражаем признательность и благодарность сотрудникам кафедры химической технологии древесины ФГБОУ ВПО «КНИТУ» за оказанную помощь при выполнении исследовательской работы.

Список использованных источников

1. Атрохин В. Ю. Лесная хрестоматия. - Москва: Лесная пром., 1988.-399 с.
2. Авербух А. Я., Богушевская К. К. Что делает химия из древесины. 2-е изд. - М.: Лесная пром-сть, 1970. 168 с.
3. ГОСТ 7657-84. Уголь древесный. Технические условия. – Введ. 01.01.1986. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2002.
4. Уголев Б.Н. Древисиноведение и лесное товароведение: учебник для студ. сред. проф. образования / Б.Н. Уголев. – 4-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 272 с.
5. ВНИИБ. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. В 3-х томах. Т. 1. Ч. 1
6. Об утверждении стратегии развития лесного хозяйства РТ на период до 2018 года: постановление КМ РТ от 10.02.2010 N 61 // "Сборник постановлений и распоряжений Кабинета Министров РТ и нормативных актов республиканских органов исполнительной власти", 10.03.2010, N 10, ст. 0341.
7. Ю.Л.Юрьев. Древесный уголь.Справочник. - Екатеринбург: Изд-во «Сократ», 2007. – 184 с.
8. Кольцова Т.Г., Оценка фитотоксичности серых лесных почв в условиях нефтяного загрязнения / Т.Г. Кольцова,Б.Р. Григорьян, Л.М. Сунгатуллина, А.М. Петров, В.Н. Башкиров // Вестник Технологического университета. 2016. Т. 19. № 18. С. 185-191.
9. Пат. 2508388 Российская Федерация, МПК С 10 В 1/04, С 10 В 53/02. Способ и установка для получения древесного угля [Текст] / Чугаева В.И.; заявитель и

патентообладатель ООО «ЭнергоЛесПром» - № 2012104696/05; заявл. 09.02.12;
опубл. 20.08.13, Бюл. № 6 – 3 с.

10. Электронный ресурс: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Теплота сгорания](https://ru.wikipedia.org/wiki/Теплота_сгорания)

Приложения

Приложение 1



Рисунок 7. Углевыхигательная печь