

Министерство образования и науки РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«УЛЬЯНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Институт медицины, экологии и физической культуры  
Экологический факультет  
Кафедра лесного хозяйства

## КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

по дисциплине:

«Многоцелевое лесопользование»

на тему:

«ОРГАНИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
НИЗКОКАЧЕСТВЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И ОТХОДОВ  
ЛЕСОЗАГОТОВОК В ИНЗЕНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ  
УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ»

Студентка: Власова А.С.  
2 курс, направление подготовки  
35.04.01 Лесное дело  
(уровень магистратуры)

*А.В. Власова* 15.12.16г.  
(подпись, дата)

отлично  
(оценка)

Научный руководитель:  
к.э.н., доцент Загидуллина Л.И.

*Л.И. Загидуллина* 24.12.16г.  
(подпись, дата)

Ульяновск, 2016

## Оглавление

с.

|                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Введение .....                                                                                                | 3  |
| Глава 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....                                                                             | 5  |
| 1.1 Направления использования низкокачественной древесины и отходов<br>лесозаготовок .....                    | 5  |
| 1.2 Характеристика и способы определения объемов низкокачественной<br>древесины и отходов лесозаготовок ..... | 9  |
| Глава 2 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....                                                                             | 18 |
| 2.1 Лесной фонд и лесопользование .....                                                                       | 18 |
| 2.2 Оценка неиспользованных запасов лесного фонда и отходов<br>лесозаготовок Инзенского лесничества .....     | 23 |
| Глава 3 РЕКОМЕНДАТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ .....                                                                          | 29 |
| 3.1 Организация технологического процесса получения щепы<br>на лесосеке .....                                 | 29 |
| 3.2 Технология брикетирования древесины .....                                                                 | 38 |
| 3.3 Экономическое обоснование проектируемых мероприятий .....                                                 | 40 |
| Выводы и предложения .....                                                                                    | 44 |
| Список использованной литературы .....                                                                        | 45 |

## Введение

В современных условиях, когда потребность в древесине постоянно возрастает, особую важность приобретает ее комплексное использование. В связи с этим главным направлением развития лесного хозяйства является улучшение использования всей заготавливаемой древесной массы, включая низкокачественную древесину и отходы лесозаготовок. Сегодня рациональное использование древесных отходов должно стать задачей государственной важности, что и обуславливает актуальность темы исследования.

В настоящее время в лесах России можно заготавливать 197,6 млн. древесины. Официально отходы от лесозаготовок составляют 84,968 млн., это 43 % от общего объема вырубаемой древесины. 70% (59,280 млн.) этих отходов приходится на низкокачественную древесину и дрова; 30 % (25,688 млн.) - на отходы, в виде сучьев, ветвей и вершин. Неофициальные данные лесопромышленников свидетельствуют о том, что приведенные цифры по отходам в 4 раза больше. Это огромное количество отходов должно использоваться как сырье для дальнейшей переработки и приносить выгоду.

Неиспользуемая и оставленная в лесу древесная масса является не только источником физического (захламления территории) и химического (экстрагирования различных соединений, выделение продуктов разложения и т.д.) загрязнения окружающей среды, но и является потенциально опасным объектом для возникновения вспышек и развития очагов фитовредителей и пожаров.

Незамедлительного решения требует проблема достоверного прогнозирования объемов образования низкокачественной древесины, дров и отходов в процессе производства лесопроductии и обоснование основных направлений использования древесных отходов. На практике такую древесину часто запахивают или сжигают, а ведь это — ценное природное сырье, которое может компенсировать потребности ряда отраслей экономики

регионов. Для этого необходимо разрабатывать новые и внедрять уже имеющиеся способы безотходной технологии лесозаготовок и переработки сырья.

Целью курсового проекта является организация использования низкокачественной древесины и порубочных остатков в Инзенском лесничестве Ульяновской области.

Из поставленной цели вытекают следующие задачи:

- 1) определить направления использования низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок;
- 2) изучить способы определения объемов низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок;
- 3) проанализировать лесной фонд и лесопользование Инзенского лесничества;
- 4) рассчитать объемы образования низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок в Инзенском лесничестве;
- 5) выбрать и разработать проект технологии получения технологической щепы на лесосеке и использования ее в качестве биотоплива (брикетирование);
- 6) определить экономическую эффективность проектируемых мероприятий.

Объектом исследования выбран лесосечный фонд Инзенского лесничества Ульяновской области, так как на его территории осуществляется значительный объем заготовки древесины, однако расчетная лесосека используется лишь на 47 %, следовательно, имеется большой объем отходов, которые нигде не учитываются и не используются. Комплексная оценка объемов образования низкокачественной древесины и отходов на территории лесничества в полной мере не осуществляется. Данный вид сырья должен рассматриваться как потенциальный для дальнейшей переработки и приносить эффект.

## **Глава 1 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **1.1 Направления использования низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок**

В современных условиях, когда потребность в древесине постоянно возрастает, особую важность приобретает ее комплексное использование. Удовлетворение потребности народного хозяйства в древесине в ближайшие годы будет осуществляться за счет экономного и наиболее полного ее использования или за счет увеличения объемов заготовки леса. В связи с этим главным направлением развития лесного комплекса является улучшение использования всей заготавливаемой древесной массы.

В настоящее время в лесах России можно заготавливать 197,6 млн. древесины. Отходы от лесозаготовок составляют 84 968 тыс., из них 59280 тыс. приходится на низкокачественную древесину и дрова; 25688 тыс. - на отходы, в том числе сучья – 13832 тыс., ветви – 9880 тыс., вершины – 1976 тыс. [15, с.38]. Это огромное количество отходов должно использоваться как сырье для дальнейшего производства.

Одной из актуальных проблем, требующих незамедлительного решения является утилизации низкосортной древесины и отходов лесозаготовок. На практике ее чаще всего запахивают или сжигают. А ведь подобная древесина — ценное природное сырье, которое может компенсировать потребности ряда отраслей экономики. Поэтому необходимо разрабатывать новые и внедрять уже имеющиеся способы переработки низкокачественной древесины. Изучением данной проблемы и внедрением результатов разработок в практику лесного хозяйства занимаются многие авторы, такие как: О.И.Бегунков, Н.В.Выводцев, В.В. Гурьев, А.П.Дроздов, С.П.Майоров, В.И.Дитрих, А.А.Адриас, А.И.Пережилин, Ю.П.Семенова, А.Ю.Никифоров, В.Д.Никишов [2, 15, 20] и другие.

По нашему мнению, к перспективным направлениям использования отходов лесозаготовительного производства можно отнести следующие:

1.Выпуск различных видов биотоплива (использование энергии биомассы):

а) Производство технологической и топливной щепы. Это древесное топливо, полученное путем разрушения сырья с помощью ножедробильного инструмента. Имеет кускообразную форму с относительно чистой поверхностью среза и довольно одинаковый размер кусков. Большая часть материала имеет размер 5-50 мм. Для измельчения древесного сырья, производства щепы основным оборудованием являются рубильные машины, которые отличаются такими признаками, как мобильность, тип рабочего органа, вид и число используемого режущего инструмента, способ и направление подачи древесного сырья, форма загрузочных устройств, способ отбора щепы, вид энергии, используемой для привода рабочего органа.

Кроме топливной щепы производится такое необлагороженное топливо как топливные дрова, опилки, обдирное топливо и т.д.

б) Древесные топливные гранулы (пеллеты) – твердое биотопливо, цилиндрические спрессованные опилки от лесопиления и деревообработки, в качестве связующего вещества выступает составляющий компонент растений - лигнин, пластифицирующийся в процессе грануляции под действием высокой температуры. Процесс формирования пеллет происходит под давлением около 300 атм, без каких-либо добавок и клея. Длина пеллет в среднем имеет от 10 до 30 мм в длину и от 6 до 10 мм в диаметре. Топливные гранулы представляют собой экологически чистый вид топлива. При сжигании пеллет в атмосферу выбрасывается столько же углекислого газа, сколько образовалось при естественном разложении древесины. Применяются для сжигания в пеллетных котлах.

Пеллеты, как топливо, подразделяется на белые пеллеты (пеллеты премиум сорта) и промышленные пеллеты. «Белые пеллеты» имеют светлый цвет. Такой цвет достигается благодаря проведению окорки древесины перед

ее дроблением и гранулированием, а также правильной сушкой древесины. Белые пеллеты имеют очень большое преимущество перед своими конкурентами - низкая зольность. Зольность у белых пеллет 0,5% и ниже. Котел, при их использовании, может быть вычищен всего один раз в месяц. Теплотворная способность таких пеллет составляет 17,2 Мдж/кг. Пеллеты премиум сорта обычно производится из опилок мягкой или твёрдой пород древесины, не содержащих кору дерева. Пеллеты премиум, которые составляют более чем 95% от всего производства пеллет, могут сжигаться в любых печах, созданных для топлива стандартного или повышенного качества.

Индустриальные пеллеты по цвету уже темнее. Это связано с тем, что в пеллетах присутствует кора и прочие несгораемые остатки (земля, пыль). Зольность данной категории пеллет начинается от 0,7%. Теплотворная способность таких гранул, в большинстве своем ни чем не отличается от "белых" пеллет. Она равна 17,2 Мдж /кг. В данном случае котел придется чистить чаще. Частота чистки будет напрямую зависеть от того на сколько высока зольность топлива [14].

в) Древесные топливные брикеты – твердое биотопливо, получаемое из измельченной древесины. Представляют собой прессованные цилиндры диаметром 30-50 мм, длиной 100-150 мм. Имеют широкое применение и могут использоваться для всех видов топок, котлов центрального отопления, котлов на дерево и пр., отлично горят в каминах и печках, грилях. В основе технологии производства топливных брикетов лежит процесс прессования мелко измельченных отходов древесины под высоким давлением, а в ряде случаев и при нагревании от 250 до 350 С°. Получаемые топливные брикеты не включают в себя никаких связующих веществ, кроме одного натурального — лигнина. Температура, присутствующая при прессовании, способствует оплавлению поверхности брикетов, которая благодаря этому становится более прочной, что немаловажно для транспортировки брикет [21,с.18].

г) Биомазут – жидкое биотопливо, производится по непрерывной технологии из щепы, коры, кусковых отходов после предварительного их измельчения. При этом более 10 % от биомассы абсолютно сухой древесины получается биомазута и около 25-30 % древесного угля. Является эффективным заменителем дизеля, тяжелой нефти, легкой нефти, а также природного газа для использования в паровых котлах, применяемых в промышленности и для отопления жилых районов.

д) Биодизель – жидкое биотопливо, производится путем переэтерификации растительных жиров со спиртом в присутствии катализатора. Продукты реакции – моноэфиры: метиловые эфиры жирных кислот (биодизель) и глицерин (используется в производстве мыла и в фармакологии). В Европе и США метиловые эфиры жирных кислот (Fatty Acid Methyl Esters – FAME), рапсового масла (Rape Methyl Ester – RME) и соевого масла (Soybean Methyl Ester – SOME) уже используются в качестве альтернативных дизельных топлив и добавок к нефтепродуктам.

е) Биоуголь – это твердый углеродный продукт, полученный из древесных отходов методом пиролиза. Относится к продуктам лесохимии. Используется в качестве восстановителя в производстве кристаллического кремния, в качестве сырья при получении активных углей.

ж) Древесноугольные топливные брикеты – это твердый углеродный продукт, образующийся при прессовании древесноугольной мелочи со связующим компонентом. Относится к продуктам лесохимии. Используется в качестве бытового топлива в каминах, печах, банях и т.д.

з) Активированный древесный уголь – это твердый углеродный пористый продукт, являющийся адсорбентом. Относится к продуктам лесохимии. Используется при очистке от примесей растворов и газовых сред. Образуется при обработке древесного угля газообразным активирующим агентом при 800-950 °С. Древесные активированные угли – высокопористые углеродные материалы, способные путем адсорбции примесей очищать жидкие и газообразные среды с высокой степенью очистки.



и) Биогаз – смесь газов, выделяющихся в процессе анаэробного брожения отходов лесопиления (его основные компоненты: метан ( $\text{CH}_4$ ) – 55-70 % и углекислый газ ( $\text{CO}_2$ ) – 28-43 %, а также в очень малых количествах другие газы, например – сероводород ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Анаэробный процесс протекает при температуре от +35 до +45 °С без доступа кислорода. В этих условиях, под действием имеющихся в биомассе бактерий, древесные отходы разлагаются с выделением следующих веществ: метан – 60-70 %; углекислый газ – 30-40 %; небольшое количество сероводорода – 0-3 %; примеси водорода, аммиака и окислов азота; органическая масса.

## **1.2 Характеристика и способы определения объемов низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок**

Под низкокачественной древесиной понимаются хлысты или их отрезки, которые не соответствуют требованиям стандартов и технических условий на деловые сортименты, но могут использоваться для получения деловых сортиментов путем дополнительной обработки и переработки на технологическую щепу. В результате технического прогресса границы между «деловой», «низкокачественной» и «дровяной» древесиной в настоящее время в значительной степени стерлись. С одной стороны, к категории низкокачественной относят низкие сорта (четвертый сорт) деловых сортиментов, с другой - такие отрезки и части стволов, которые имеют явные признаки дровяной древесины: гнили, сучки, червоточину и т. д.

Дополнительным признаком низкокачественной древесины является место и характер ее использования. Если деловые сортименты и дрова являются конечной продукцией лесозаготовок и отгружаются потребителю, то низкокачественную древесину следует рассматривать как сырье. Использование ее в большинстве случаев связано с первоначальной обработкой в условиях лесозаготовительных предприятий. Это позволяет освободиться от пороков, повысить, таким образом, качество древесины и

отгружать ее потребителю с наименьшими транспортными затратами. Исключение составляет лишь поставка низкокачественной древесины на предприятия, производящие древесноволокнистые или древесностружечные плиты. Переработка древесины здесь обычно более эффективна и производительна, чем на лесозаготовительных предприятиях»[2, с 8-12].

Под отходами понимается сырье или тот вид продукции, который предусмотрен ГОСТом 17462 – 84 при составлении товарных таблиц [11]. В нем в отходы включают только вершинки стволов, кору деловой древесины и дрова технологические. В целом это составляет порядка 7 – 15 % от общего объема ствола или деляны. Процент отходов тесно связан с видом древесной породы, ее отпускным диаметром. У хвойных пород процент выхода коры существенно выше. Деловая древесина, как правило, вывозится на нижний склад вместе с корой. Поэтому объем отходов можно принять 6 – 12 %. Все остальное, что включено в отходы, за исключением сучьев, будет ликвидная (товарная) древесина, и она должна быть вывезена с лесосеки. Чаще всего это поломанная древесина, откомлевки, оставленная у пня деловая древесина, вывернутые с корнем деревья. Это так называемые “производственные отходы”. В данном случае мы не учитываем ветки, древесную зелень и продукты подсочки [2, с.33].

Объемы низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок во многом зависят от состояния лесов, интенсивности и методов их эксплуатации.

Для организации эффективной переработки низкокачественной древесины в товарную продукцию нужно правильно определить возможные объемы поступления такой древесины на нижние склады, исходя из состояния лесосырьевой базы или отведенных в рубку лесосек.

На сегодняшний день имеются следующие способы количественной оценки дополнительного сырья на лесосеке [16]:

- 1) Выборочный способ;
- 2) Способ измерений по выходу технологической щепы;

3) Способ линейных измерений [6, с.45-49];

4) Способ определения возможных отходов, исходя из состояния отведенных в рубку лесосек.

Наиболее широко используют выборочный способ оценки запасов дополнительного сырья путем закладки пробных площадей согласно Наставлению по отводу и таксации лесосек в лесах Российской Федерации [29]. На исследуемой лесосеке закладывают пробные площади размером 50х50 м, на которых измеряют длину и диаметры оставленных отходов с последующей оценкой их объемов в пересчете на 1 га. Такой способ отличается высокой точностью, но весьма трудоемок. Способом закладки пробных площадей оцениваются также и запасы пнево-корневой древесины.

Оценка запасов сучьев и древесной зелени в растущем древостое производится по модельным деревьям. Для каждой ступени толщины отбирают не менее четырех деревьев, характерных для данного массива по развитию кроны. Отобранные модельные деревья спиливают, затем измеряют диаметр и объем ствола, объем (в скл. м<sup>3</sup>) и массу (в кг) сучьев. После этого, отделив секатором древесную зелень от сучьев, ее взвешивают, определяют реальный выход древесной зелени и сучьев на 1 м<sup>3</sup> ствольной древесины.

Для быстрой и нетрудоемкой оценки объемов лесосечных отходов удобен способ измерений по выходу технологической щепы. На заложенных пробных площадях все лесосечные отходы собирают механизированным способом и измельчают в щепу. По выходу щепы можно судить о запасах лесосечных отходов. Сбор отходов в виде щепы не только упрощает процедуру измерений, но позволяет определить прежде всего их реальные ресурсы.

Количество щепы из собранных лесосечных отходов в среднем составляет 33 % к количеству неокоренной ствольной древесины, а содержание древесины в ней — только 6,8%. На 1000 м<sup>3</sup> ствольной древесины можно собрать 330 скл. м<sup>3</sup> щепы из лесосечных отходов, где

содержание древесины составит 68 м<sup>3</sup>. Расчеты показывают, что для получения на лесосеке 70—80 м<sup>3</sup> щепы необходимо на участке иметь запас лесосечных отходов 250—300 м<sup>3</sup>. Все лесосечные отходы в полном объеме собрать невозможно. Часть из них неизбежно теряется. Кроме того, тщательная уборка приведет к попаданию в щепу камней, песка и комков почвы. По экспериментальным данным реально можно собрать в среднем 37 % лесосечных отходов от общего количества. При расчете принято, что потери отходов при сборе составляют 20 %, а плотный объем кусков пня 30 %.

При оценке объемов лесосечных отходов на больших площадях можно воспользоваться способом линейных пересечений. На исследуемой лесосеке намечают ряд линий. Объем оставленных отходов тесно связан с количеством хаотично разбросанных кусков и отрезков, пересеченных этими линиями. Затем измеряют диаметры отходов в месте пересечения их линией отбора. Оценка объема отходов на единицу площади включает диаметр пересеченных кусков и длину линии отбора образцов. Существенное влияние имеет направление линии отбора образцов, а также характер распределения отходов по площади и их ориентация относительно линии. Способ линейных пересечений сравнительно быстро позволяет оценить объем оставленных лесосечных отходов с определенной степенью вероятности и при относительно небольших трудозатратах.

Для организации эффективной переработки низкокачественной древесины в товарную продукцию нужно определить возможные объемы такой древесины способом, исходя из состояния отведенных в рубку лесосек. Расчет можно проводить, используя данные таблиц 1 и 2, составленные по работам академика Н. П. Анучина. При пользовании таблицами нужно иметь выписку из таксационных данных о запасах древесины на корню по породам и о классе их товарности [1].

Таблица 1 - Класс товарности древостоев

| Классы товарности | Хвойные породы                                       | Лиственные породы                                     |
|-------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1                 | В древостое число дровяных деревьев не превышает 5 % | В древостое число дровяных деревьев не превышает 10 % |
| 2                 | В древостое число дровяных деревьев от 6 до 15 %     | В древостое число дровяных деревьев от 11 до 40 %     |
| 3                 | В древостое число дровяных деревьев от 15 % и более  | В древостое число дровяных деревьев от 40 % и более   |

В зависимости от класса товарности древостоя число дровяных деревьев может колебаться от 5 до 40% и более.

По классу товарности и породному составу насаждений можно в соответствующей строке таблицы 2 найти распределение общего запаса древесины на качественные группы. Умножением процента выхода низкокачественной древесины на общий запас, выраженный в кубических метрах, и делением полученного результата на 100 можно определить количество низкокачественной древесины, подлежащей обработке [17].

Таблица 2 - Процентное распределение древесины на деловую и низкокачественную при сплошных рубках древостоев хвойных и лиственных пород

| Порода           | Распределение древесины по классам товарности, % |                       |         |                       |         |                       |
|------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|---------|-----------------------|---------|-----------------------|
|                  | 1                                                |                       | 2       |                       | 3       |                       |
|                  | Деловая                                          | Низкокаче<br>ственная | Деловая | Низкокаче<br>ственная | Деловая | Низкокаче<br>ственная |
| Сосна            | 86                                               | 14                    | 83      | 17                    | 76      | 24                    |
| Ель              | 85                                               | 15                    | 82      | 18                    | 75      | 25                    |
| Листвен-<br>ница | 75                                               | 25                    | 69      | 31                    | 62      | 38                    |
| Пихта            | 84                                               | 16                    | 77      | 23                    | 70      | 30                    |
| Кедр             | 84                                               | 16                    | 81      | 19                    | 73      | 27                    |
| Береза           | 54                                               | 46                    | 40      | 60                    | 26      | 74                    |
| Осина            | 44                                               | 56                    | 33      | 67                    | 22      | 78                    |
| Ясень            | 80                                               | 20                    | 70      | 30                    | 50      | 50                    |
| Липа             | 75                                               | 25                    | 60      | 40                    | 40      | 60                    |
| Клен             | 75                                               | 25                    | 60      | 40                    | 42      | 58                    |

Из таблицы видно, что среднее значение процентов для деловой древесины - 60 %, для низкокачественной – 40%.

Размеры и требования к размерам низкокачественной древесины представлены в ГОСТ 3243-88 [14] (таблица 3).

При определении технических требований к низкокачественной древесине следует принимать во внимание фактическое состояние этой древесины при поступлении её на лесозаготовительные предприятия. Основным сортообразующим пороком, характеризующим низкокачественную древесину, является внутренняя гниль. Большинство сортиментов (85 %) попадает в разряд низкокачественной древесины именно из-за наличия гнили и исключительно небольшая часть (15 %) – в связи с другими пороками (кривизна, неправильный наклон волокон, свилеватость, сучковатость и др.) [17].

Таблица 3 - Толщина круглых и колотых поленьев

| Назначение древесины                                 | Круглые поленья |                 | Колотые поленья                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                      | Max диаметр, см | Min диаметр, см |                                                                                                                                                                                            |
| Дрова для отопления, сухой перегонки и углежжения    | 3               | 14              | Круглые поленья толщиной от 15 до 25 см подлежат расколке на 2 части, толщиной от 26 до 40 см- на 4 части, толщиной более 40 см- на столько частей, чтобы линия раскола не превышала 20 см |
| Низкокачественная древесина: для получения целлюлозы | 6               | 40              | Кряжи толще 40 см раскалываются, и наибольший размер поперечного сечения не должен превышать 40 см                                                                                         |
| Для древесной массы                                  | 6               | -               | Поставка в расколотом виде                                                                                                                                                                 |
| Для ДВП                                              | 4               | -               | То же                                                                                                                                                                                      |
| Для ДСП                                              | 4               | -               | По соглашению сторон                                                                                                                                                                       |
| Для распиловки                                       | 10              | -               | Только в круглом виде                                                                                                                                                                      |
| Для гидролизного производства                        | 4               | -               | Разрешается поставка в расколотом виде                                                                                                                                                     |

В низкокачественной древесине, предназначенной для сухой перегонки или используемой в качестве топлива, допускаются все пороки, при этом внутренняя гниль может занимать до 65 % площади торца. В дровяной древесине, используемой как технологическое сырье, внутренняя гниль, учитывая зависимость от диаметра, может занимать от 1/2 до 1/3 площади торца, а в отдельных случаях – до 2/3 площади одного из торцов.

Дополнительная обработка и переработка низкокачественной древесины позволяют применять её для производства деловых сортиментов, короткомерных пиломатериалов, черновых заготовок, технологической щепы и другой продукции. Наиболее перспективным и эффективным направлением использования низкокачественной древесины следует считать производство технологической щепы для предприятий химико-механической переработки древесного сырья.

Практически на всех стадиях технологического процесса лесозаготовительного производства образуются древесные отходы. В основу их классификации положены такие признаки, как:

- 1) Размерно - качественный (породный состав, вид отходов и их размеры);
- 2) Экономический (места образования отходов, примыкание транспортных путей, размещения производственных мощностей по переработке, наличие и степень удаленности потребителей);
- 3) Производственный (лесозаготовка, первичная обработка, деревообработка).

При оценке этих признаков можно определить направление использования и место переработки древесных отходов, провести оценку потребительских свойств конечной продукции, выполнить анализ экономической доступности освоения ресурсов и эффективности промышленной переработки с учетом всех затрат.

Характеристика и объемы древесных отходов, образующихся в процессе лесозаготовок, зависят от состава насаждений, почвенно-грунтовых

и климатических условий, принятой технологии, используемых машин и оборудования, а также от квалификации персонала.

Основными видами кусковых древесных отходов лесозаготовок являются пни, корни, ветви, сучья, вершины, откомлевки, козырьки и др. Наибольшее количество лесосечных отходов образуется при технологическом процессе лесозаготовок с обрезкой сучьев на лесосеке и при обработке габаритов пакета на верхнем складе (погрузочной площадке). Технологический процесс, предусматривающий вывозку деревьев на лесовозном транспорте без обработки габаритов пакета, является малоотходным (отходы составляют 5-7 % объема заготавливаемой древесины).

При разработке древостоев машинным способом, особенно в многоярусных насаждениях, на лесосеке и лесопогрузочных пунктах образуются отходы в виде вершин, обломков стволов, тонкомерной древесины (5-7 % общего запаса отводимой в рубку древесины), сучьев и ветвей. Ресурсы отходов лесозаготовок в составе отводимого в рубку лесосечного фонда, весьма значительны (таблица 4).

Таблица 4 - Нормативы образования отходов в виде сучьев, ветвей и вершин, % от объема вывозки древесины

| Порода деревьев                    | Всего отходов | В том числе |        |        |
|------------------------------------|---------------|-------------|--------|--------|
|                                    |               | Сучьев      | Ветвей | Вершин |
| Сосна                              | 13,0          | 5,0         | 7,1    | 0,9    |
| Ель                                | 14,0          | 8,6         | 4,1    | 1,3    |
| Береза                             | 19,0          | 8,2         | 8,8    | 2,0    |
| Осина                              | 15,5          | 6,7         | 6,7    | 1,6    |
| Лиственница                        | 13,0          | 6,6         | 5,6    | 0,8    |
| В среднем по хвойному хозяйству    | 13,5          | 6,8         | 5,85   | 0,85   |
| В среднем по лиственному хозяйству | 17,0          | 7,5         | 7,7    | 1,8    |
| Всего                              | 14,5          | 7,0         | 6,4    | 1,1    |



Физико-механические и химические свойства древесины сучьев незначительно отличаются от аналогичных свойств древесины ствола за исключением твердости, которая у основания сучьев в 1,5 — 3 раза больше, чем у стволовой древесины. Кору на сучьях содержится в 1,5 — 2 раза больше, чем на стволе. Так как окорка сучьев и ветвей связана с большими трудностями, их перерабатывают на технологическую щепу неокоренными. Полученная щепа используется для производства древесноволокнистых плит (ДВП), арболита, а также в качестве топлива. Выход из лесосечных отходов технологической щепы для производства ДВП составляет 75 %, для энергохимических производств — 90%.

В процессе лесозаготовок неизбежны потери древесных отходов и их расход на технологические нужды (укрепление трелевочных волоков, лесовозных усов и др.). Реальные ресурсы отходов лесозаготовок, пригодных к использованию, составляют 3,1% объема вывозки древесины.

Зная объем вывозки древесины  $Q_в$ , куб. м. и нормативы образования отходов лесозаготовок  $N_{отх}$ , %, ресурсы отходов, куб.м., определяют по формуле:  $V_{отх} = Q_в * N_{отх} / 100$ .

При отсутствии нормативов образования отходов лесозаготовок реальные ресурсы отходов в виде сучьев, ветвей, вершин и кусков стволовой древесины можно подсчитать по формуле:  $V_{отх} = 0,06 * Q_в - 0,05(Q_м + Q_т)$ , где  $Q_м$ ,  $Q_т$  - объёмы вывозки соответственно мягко - и твёрдолиственной древесины, м<sup>3</sup>.

Решение проблемы комплексного использования лесных ресурсов предполагает вовлечение в переработку древесной зелени и коры. В древесной зелени содержится значительное количество биологически активных веществ (витаминов, ферментов, белков, жиров, углеводов, гормонов и др.), наличие которых определяет направление ее переработки для получения лечебных, косметических препаратов и пищевых продуктов.

Использование пней и корней, оставшихся на лесосеке, позволяет увеличить выход древесины с единицы лесной площади на 15- 20% [3].

## Глава 2 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Лесной фонд и лесопользование

Инзенский район является одним из самых лесных районов Ульяновской области. Из площади, занятой землями государственного лесного фонда (84564,6 га), защитные леса составляют – 37852 га, эксплуатационные леса - 34160 га, ранее находившиеся во владении сельскохозяйственных организаций – 12552,6 га. Лесистость территории - 49,5%. Характеристика лесных и нелесных земель лесного фонда на территории Инзенского лесничества приведена в таблице 5.

Таблица 5 - Характеристика лесных и нелесных земель лесного фонда на территории Инзенского лесничества

| Показатели характеристики земель          | Всего по лесничеству |     |
|-------------------------------------------|----------------------|-----|
|                                           | Площадь, га          | %   |
| Земли лесного фонда лесничества           |                      |     |
| Общая площадь земель                      | 84564,6              | 100 |
| Лесные земли                              | 82027,7              | 97  |
| Земли, покрытые лесной растительностью    | 80336,4              | 95  |
| Земли, не покрытые лесной растительностью | 2029,5               | 2,4 |
| Нелесные земли                            | 2198,7               | 2,6 |

Распределение лесных насаждений по группам пород, или хозяйствам, в значительной степени обуславливается лесорастительными условиями, характеризующимися, в том числе, и принадлежностью конкретной территории к тому или иному лесному району.

Распределение площади лесных насаждений по группам древесных пород в Инзенском лесничестве предоставлено на рисунке 1.

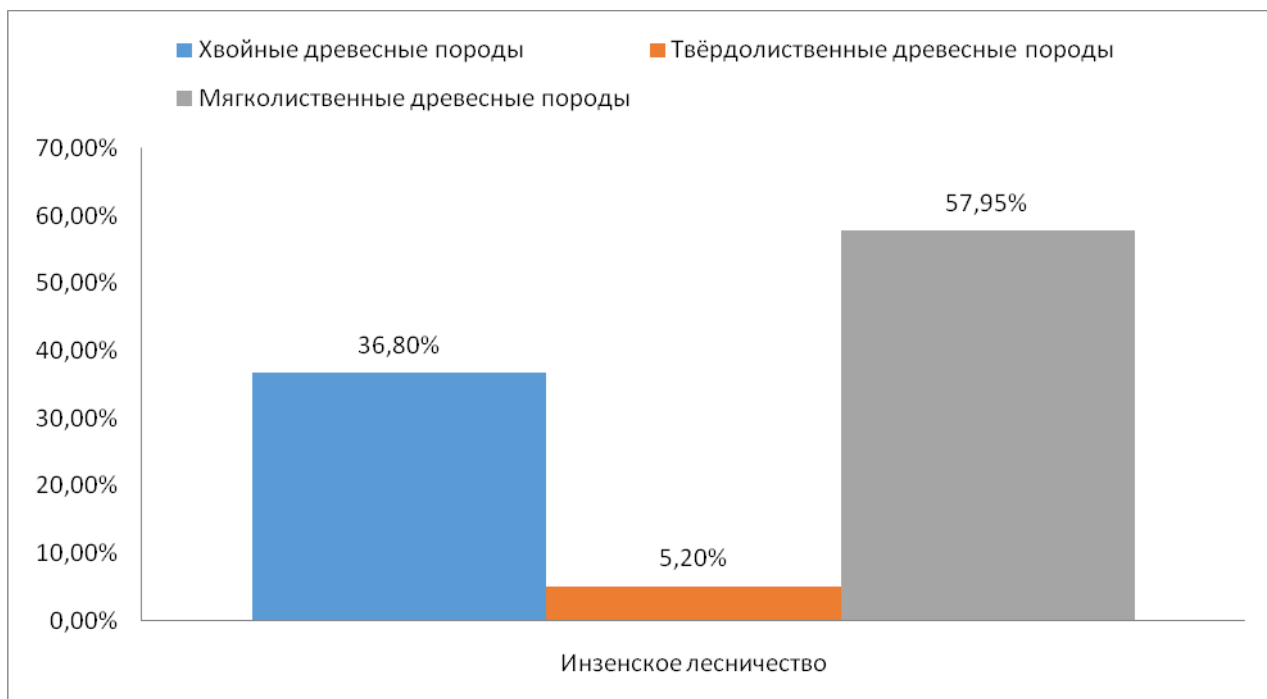


Рисунок 1 - Распределение площади лесных насаждений по группам древесных пород

Из рисунка видно, что хвойные породы, в основном сосна, занимают 36,8% (27372 га) всей площади лесных насаждений. Твёрдолиственные породы, характеризующиеся высокой плотностью древесины (дуб, клён, ясень) - составляют 5,2% (3898 га). Мягколиственные породы, характеризующиеся не высокой плотностью древесины (берёза, осина, ольха, липа, тополь, ива) - составляют 57,95% (43149 га). И всего лишь 0,05% (39 га) кустарников, представленных кустарниковыми ивами.

Хвойные древесные породы в Инзенском лесничестве представлены в основном сосной, ее доля - 98,5% (26970 га). Это объясняется тем, что остальные хвойные породы, такие как ель – 1,2% (321 га), лиственница – 0,27% (76 га) и кедр – 0,03% (5 га) естественно не произрастают.

В Инзенском лесничестве дуб низкоствольный занимает 81,7% площади, что составляет 3184 га. Высокоствольный дуб составляет 16,4% (641 га). Клен занимает 1,3% (49 га), ясень - 0,6% (24 га). Доля берёзовых насаждений составляет 46,1% (19906 га), осины - 32,4% (13983 га), липы -

20% (8645 га), ольхи черной – 0,58% (250 га), тополя - 0,17% (49 га), ивы древовидной – 0,75% (322 га).

Распределение площадей мягколиственных пород представлено на рисунке 2.

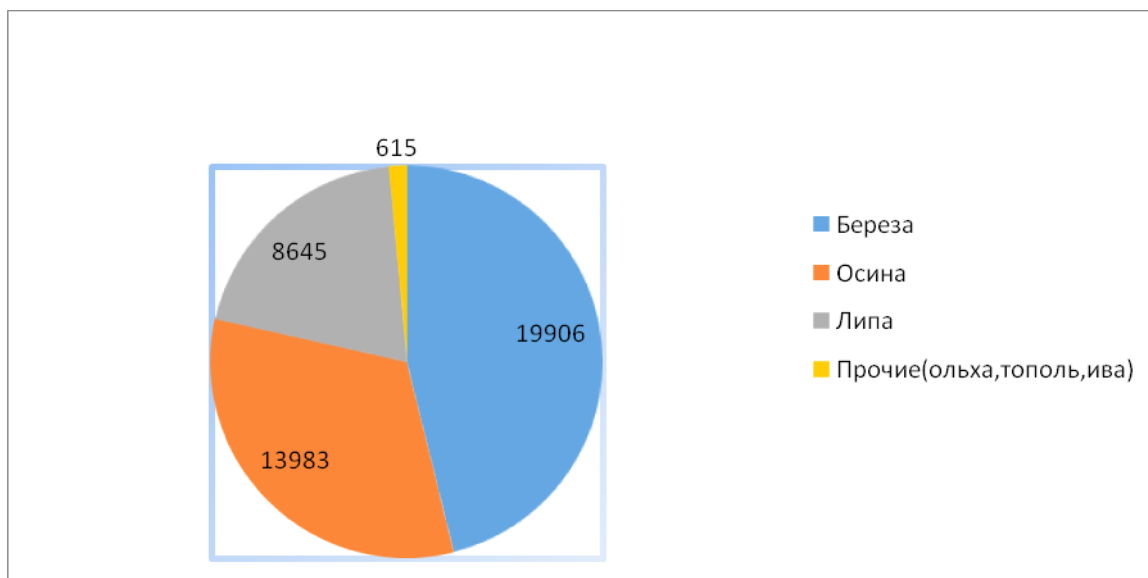


Рисунок 2 - Распределение площади мягколиственных древесных пород, га

В аренде находится 98,5% площади подведомственных лесов, что составляет 70983,7 га из 72012 га. На заготовке древесины с комплексным ведением лесного хозяйства в лесных массивах лесничества заняты 12 арендаторов. Самые крупные из них – ООО УНПК «Лес», ООО «Крона», а также ИП С.М. Шепелев, ИП Ф.Н. Леонтьев, ООО СПК «Репьевское» и ряд других. Среди договоров аренды, заключенных Инзенским лесничеством, есть предусматривающие ведение охотничьего хозяйства, разработку месторождений полезных ископаемых, на размещение рекреационной зоны. Сведения об отводе лесосек и рубках лесных насаждений представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Сведения об отводе лесосек и рубках лесных насаждений за 2015 год

| Наименование показателя                                      | Итого       |                                               |                                      |                                               |
|--------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                                              | Площадь, га | Объем ликвидной древесины, тыс.м <sup>3</sup> | В т.ч. на арендуемых лесных участках |                                               |
|                                                              |             |                                               | Площадь, Га                          | Объем ликвидной древесины, тыс.м <sup>3</sup> |
| Сплошные рубки, всего                                        | 206         | 49,584                                        | 204,7                                | 49,411                                        |
| В т.ч.: -Рубки спелых и перестойных лесных насаждений        | 193,6       | 46,955                                        | 193,6                                | 46,955                                        |
| Санитарные рубки                                             | 10,1        | 2,187                                         | 10,1                                 | 2,187                                         |
| Выборочные рубки, всего                                      | 993         | 26,614                                        | 993                                  | 26,614                                        |
| В т.ч.: -Рубки спелых и перестойных лесных насаждений, всего | 259,9       | 17,407                                        | 259,9                                | 17,407                                        |
| Санитарные рубки                                             | 17,5        | 0,44                                          | 17,5                                 | 0,44                                          |
| Рубки ухода                                                  | 715,6       | 8,767                                         | 715,6                                | 8,767                                         |
| Всего рубок лесных насаждений                                | 1199        | 76,198                                        | 1197,7                               | 76,025                                        |

В эксплуатационных лесах допускается проведение сплошных и выборочных рубок, рубок ухода за лесами, санитарных рубок и прочих рубок. В защитных лесах допускается проведение выборочных рубок, рубок ухода за лесами, санитарных рубок и прочих рубок. Запрещается заготовка древесины в объеме, превышающем расчетную лесосеку, а также с нарушением возрастов рубок. Сведения о расчетной лесосеке на землях лесного фонда Инзенского лесничества на 01.01.2016 года представлены в таблице 7 [18].

Кроме заготовки древесины в Инзенском лесничестве осуществляют подсочку лесных насаждений, заготовку и сбор недревесных лесных ресурсов, заготовку пищевых лесных ресурсов и сбор лекарственных растений.

Таблица 7 – Ежегодный допустимый объем изъятия древесины по всем видам рубок

| Виды рубок                                      | Расчетная лесосека, тыс.м <sup>3</sup> |                       |                      |        |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------|----------------------|--------|
|                                                 | По хозяйствам                          |                       |                      | Всего  |
|                                                 | Хвойное                                | Твердо-<br>лиственное | Мягко-<br>лиственное |        |
| Рубка спелых и перестойных лесных насаждений    | 21,88                                  | 5,03                  | 84,48                | 111,39 |
| Рубка лесных насаждений при уходе за лесом      | 14,57                                  | 0,03                  | 4,15                 | 18,75  |
| Рубка поврежденных и погибших лесных насаждений | 25,6                                   | 1,3                   | 3,6                  | 30,5   |
| Прочие рубки                                    | 0,1                                    | -                     | 0,3                  | 0,4    |
| Всего рубок лесных насаждений                   | 62,15                                  | 6,36                  | 92,53                | 161,04 |

Древесина, полученная в результате рубок ухода, коммерчески осваивается недостаточно. Сведения о рубках ухода представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Виды и объемы рубок ухода

| Группы насаждений                          | Виды рубок ухода, га   |              |                 |                   |
|--------------------------------------------|------------------------|--------------|-----------------|-------------------|
|                                            | Осветления и прочистки | Прореживания | Проходные рубки | Итого рубок ухода |
| Ежегодный размер рубок                     | 517                    | 361          | 280             | 1158              |
| В том числе:<br>Хвойные                    | 474                    | 348          | 139             | 961               |
| Твердолиственные                           | 29                     | -            | 2               | 31                |
| Мягколиственные                            | 14                     | 13           | 139             | 166               |
| Фактический размер рубок ухода за 2015 год | 454                    | 97           | 160             | 711               |
| В том числе:<br>Хвойные                    | 454                    | 97           | 112             | 663               |

Ежегодный объем ухода составляет 1158 га.

## 2.2 Оценка неиспользованных запасов лесного фонда и отходов лесозаготовок Инзенского лесничества

Общий запас древесины в Инзенском лесничестве составляет 12184,2 тыс. м<sup>3</sup>, в том числе спелых и перестойных насаждений – 1770,9 тыс. м<sup>3</sup>. Из этого объема основную часть составляют хвойные породы (46,8 %) и мягколиственные породы (48,8 %), на долю твердолиственных пород приходится 4,4%. В возрастной структуре преобладают средневозрастные насаждения, на их долю приходится 57,7 % от общего запаса. Имеются спелые (9,7 %) и перестойные древостои – 4,8 %.

Расчетная лесосека лесничества составляет 161,04 тыс. м<sup>3</sup> (таблица 9).

Таблица 9 – Ежегодный допустимый объем изъятия древесины при всех видах рубок

| Хозяйства        | Ежегодный допустимый объем изъятия древесины     |                       |         |                                                 |                       |         |                                                     |                       |         |                                                                               |                       |         |              |                       |         |
|------------------|--------------------------------------------------|-----------------------|---------|-------------------------------------------------|-----------------------|---------|-----------------------------------------------------|-----------------------|---------|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------|--------------|-----------------------|---------|
|                  | При рубке спелых и перестойных лесных насаждений |                       |         | При рубке лесных насаждений при уходе за лесами |                       |         | При рубке поврежденных и погибших лесных насаждений |                       |         | При рубке насаждений, предназначенных для эксплуатации объектов инфраструктур |                       |         | Всего        |                       |         |
|                  | Площадь, га.                                     | Запас, м <sup>3</sup> |         | Площадь, га.                                    | Запас, м <sup>3</sup> |         | Площадь, га.                                        | Запас, м <sup>3</sup> |         | Площадь, га.                                                                  | Запас, м <sup>3</sup> |         | Площадь, га. | Запас, м <sup>3</sup> |         |
|                  |                                                  | ликвидной             | деловой |                                                 | Ликвидный             | деловой |                                                     | ликвидный             | деловой |                                                                               | ликвидной             | Деловой |              | Ликвидной             | Деловой |
| Хвойное          | 167,7                                            | 21,88                 | 18,84   | 464,4                                           | 14,57                 | 7,44    | 159,1                                               | 25,6                  | 0,4     | 6                                                                             | 0,1                   | -       | 797,2        | 62,15                 | 26,7    |
| Твердолиственное | 105,1                                            | 5,03                  | 2,48    | 1,0                                             | 0,03                  | 0,01    | 33                                                  | 1,3                   | 0,1     | 2                                                                             | -                     | -       | 141,1        | 6,36                  | 2,6     |
| Мягколиственное  | 1096,5                                           | 84,48                 | 40,31   | 158,7                                           | 4,15                  | 1,94    | 75                                                  | 3,6                   | -       | 16                                                                            | 0,3                   | 0,1     | 1346,2       | 92,5                  | 42,3    |
| Итого:           | 1369,3                                           | 111,39                | 61,63   | 624,1                                           | 18,39                 | 9,39    | 267,1                                               | 30,5                  | 0,5     | 24                                                                            | 0,4                   | 0,1     | 2284,5       | <b>161,04</b>         | 71,6    |

На долю хвойных пород приходится 38,6 %, твердолиственных – 3,9 %, мягколиственных – 57,5 %.

Таблица 10 – Ежегодный фактический объем заготовки ликвидной древесины по Инзенскому лесничеству (за 2015 год)

| Наименование хозяйства | Площадь хозяйства, га | Объем ликвидной древесины, тыс. м <sup>3</sup> | Объем заготовки древесины, % |
|------------------------|-----------------------|------------------------------------------------|------------------------------|
| Хвойное                | 896,7                 | 37,739                                         | 49,5                         |
| Твердолиственное       | 6,1                   | 0,073                                          | 0,1                          |
| Мягколиственное        | 296,2                 | 38,386                                         | 50,4                         |
| Всего по лесничеству   | 1199                  | 76,198                                         | 100                          |

Фактический ежегодный объем выборки (таблица 26) по хвойному хозяйству составляет 37,739 тыс. м<sup>3</sup> (49,5 %), по твердолиственному – 0,073 тыс. м<sup>3</sup> (0,1 %), по мягколиственному – 38,386 тыс. м<sup>3</sup> (50,4 %). В целом по лесничеству за 2015 год заготовлено 76,198 тыс. м<sup>3</sup> древесины.

Из данных таблиц 9 и 10 видно, что расчетная лесосека используется лишь на 47,3%, в том числе по хвойному хозяйству – на 60,7%; по мягколиственному хозяйству – на 41,5%; по твердолиственному хозяйству – на 1,1%.

Особенно наглядно использование расчетной лесосеки прослеживается в эксплуатационных лесах на примере сплошных рубок спелых и перестойных лесных насаждений (таблица 11).

Основная причина недоиспользования расчетной лесосеки заключается в падении объемов лесозаготовок из-за потери эффективных рынков сбыта, большого износа оборудования (как лесозаготовительного, так и лесоперерабатывающего), разрушении (построенной еще в советское время) инфраструктуры, высокого уровня издержек на заготовку и вывозку деловой древесины и т.д. Все это, в свою очередь, обуславливает низкую инвестиционную привлекательность лесной промышленности и приводит к ухудшению сложившейся ситуации в отрасли.

Рубки ухода также могут давать значительное количество древесины, но часто деревья остаются гнить на месте, где были срублены или складываются рядом с дорогой для дальнейшего вывоза.



Таблица 11 - Расчетная лесосека для осуществления сплошных рубок спелых и перестойных лесных насаждений

| Хозяйственная секция и преобладающая порода | Средний запас на 1 га, м <sup>3</sup> | Среднее изменение запаса, тыс. м <sup>3</sup> | Возраст рубки, лет | Принятая лесосека |                            |                            |                                     |                               |
|---------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
|                                             |                                       |                                               |                    | Площадь, га       | Запас, тыс. м <sup>3</sup> | В ликвиде                  |                                     |                               |
|                                             |                                       |                                               |                    |                   |                            | Всего, тыс. м <sup>3</sup> | В т.ч. деловой, тыс. м <sup>3</sup> | Процент деловой от ликвида, % |
| Сосна                                       | 329                                   | 45,9                                          | 81                 | 53                | 17,4                       | 15,5                       | 13,8                                | 89                            |
| Дуб н/ств                                   | 362                                   | 2,4                                           | 61                 | 14                | 2,5                        | 2,2                        | 1,2                                 | 58                            |
| Береза                                      | 220                                   | 35,8                                          | 61                 | 145               | 31,9                       | 29                         | 17,1                                | 59                            |
| Осина                                       | 249                                   | 36,1                                          | 41                 | 106               | 26,4                       | 23,2                       | 8,4                                 | 36                            |
| Липа                                        | 279                                   | 9,4                                           | 61                 | 16                | 4,4                        | 3,9                        | 1,8                                 | 46                            |
| Итого:                                      | -                                     | 131,1                                         | -                  | 334               | 82,6                       | 73,8                       | 42,3                                | 50                            |
| В том числе:                                |                                       |                                               | -                  |                   |                            |                            |                                     |                               |
| Хвойное                                     | -                                     | 45,9                                          | -                  | 53                | 17,4                       | 15,5                       | 13,8                                | -                             |
| Твердолист-<br>венное                       | -                                     | 3,3                                           | -                  | 14                | 2,5                        | 2,2                        | 1,2                                 | -                             |
| Мягколист-<br>венное                        | -                                     | 81,3                                          | -                  | 267               | 62,7                       | 56,1                       | 27,3                                | -                             |

В Инзенском лесничестве расчетная лесосека по всем видам рубок ухода составляет 18,39тыс. м<sup>3</sup> (11,4 %). Распределение площади и запаса древесины от рубок ухода представлено в таблице 12.

Технологическое решение задач лесопользования назначенных в рубку запасов по способам рубки в хвойных лесах анализируемого района можно представить следующим образом: сплошнолесосечные рубки – 17,2 %, из них на долю хвойных приходится - 39,5 %, мягколиственных – 60,5 %;выборочные – 82,8 %, из них на долю хвойных приходится - 82,1 %, мягколиственных – 17,3 % и твердолиственных – 0,6 %.

Принятая лесосека из назначенного в рубку объема позволяет получить: 99,85 тыс.м<sup>3</sup> – ликвидной древесины, 71,89 тыс.м<sup>3</sup> - деловой древесины, 13,48 тыс.м<sup>3</sup> - дров топливных и 14,48 тыс.м<sup>3</sup> – отходов.

Приведенные данные получены на основании теоретических расчетов, по разработанным и внедренным в практику нормативам Санкт-Петербургской лесотехнической академии [2, 25].

Таблица 12 – Итоговая расчетная лесосека при всех видах рубок ухода

| Показатели                    | Ед. изм.            | Виды ухода за лесами по хозяйственным секциям |           |       |           |       |              |           |       |           |       |              |           |              |
|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------|-----------|-------|-----------|-------|--------------|-----------|-------|-----------|-------|--------------|-----------|--------------|
|                               |                     | Сосновая                                      |           |       | Дубовая   |       | Березовая    |           |       | Липовая   |       | Итого:       |           |              |
|                               |                     | Прореживание                                  | Проходные | Итого | Проходные | Итого | Прореживание | Проходные | Итого | Проходные | Итого | Прореживание | Проходные | Итого        |
| Выявленный фонд               | Га                  | 3509                                          | 1703      | 5212  | 15        | 15    | 124          | 1740      | 1864  | 120       | 120   | 3633         | 3578      | 7211         |
|                               | Тыс. м <sup>3</sup> | 132,1                                         | 71,8      | 203,9 | 0,5       | 0,5   | 2,5          | 64,7      | 67,2  | 6,5       | 6,5   | 134,6        | 143,5     | 278,1        |
| Ежегодный размер пользования: | Га                  | 350,7                                         | 113,7     | 464,4 | 1         | 1     | 12,5         | 138,1     | 150,6 | 8,1       | 8,1   | 363,2        | 260,9     | 624,1        |
| Запас: Корневой               | Тыс. м <sup>3</sup> | 13,42                                         | 5,18      | 18,6  | 0,03      | 0,03  | 0,24         | 4,29      | 4,53  | 0,44      | 0,44  | 13,66        | 9,94      | 23,6         |
| Ликвидный                     | Тыс. м <sup>3</sup> | 10,21                                         | 4,36      | 14,57 | 0,03      | 0,03  | 0,17         | 3,29      | 3,46  | 0,33      | 0,33  | 10,38        | 8,01      | <b>18,39</b> |
| Деловой                       | Тыс. м <sup>3</sup> | 4,31                                          | 3,13      | 7,44  | 0,01      | 0,01  | 0,08         | 1,72      | 1,8   | 0,14      | 0,14  | 4,39         | 5,0       | 9,39         |

В целом объем оставленной на лесосеках ликвидной древесины по отношению к эксплуатационному запасу древостоев составляет от 18 до 38 %, для расчетов в среднем принято использовать - 30 % [2]. Эту величину сразу можно исключать как «запланированную» потерю ликвидной древесины.

В лесах Инзенского лесничества применяют сортиментную технологию лесозаготовок, которая состоит из следующих этапов: валка леса, обрубка сучьев и вершин на лесосеке, трелевка, раскряжевка хлыстов на заданный размер (2 и 6 метров), последующая транспортировка к местам складирования с использованием таких технических средств, как бензодвигательные пилы «Shtill», трактор МТЗ-82 «Беларус» и лесовоз с гидроманипулятором Урал-375Д.

Себестоимость заготовки 1м<sup>3</sup> деловой древесины составляет 773 руб. Данная технология не позволяет использовать в полной мере все отходы.

Возможные объемы лесосечных отходов по Инзенскому лесничеству представлены в таблице 13.

Таблица 13 - Суммарные объемы отходов при лесозаготовках в Инзенском лесничестве, тыс. м<sup>3</sup>

| Лесничество | Ежегодный объем рубки | Ликвидная древесина от рубок ухода | Технологические потери ликвидной древесины | Остаток ликвидной древесины | Деловая древесина | Дрова топливные | Отходы (ветви, сучья, вершины) | Древесина на сортименты и дрова | Низкокачественная древесина и отходы |
|-------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Инзенское   | 161,04                | 18,39                              | 42,8                                       | 99,85                       | 71,89             | 13,48           | 14,48                          | 85,37                           | 75,67                                |
| В %         | 100                   | 11,4                               | 30                                         | 100                         | 72                | 13,5            | 14,5                           | 53                              | 47                                   |

Таким образом, при существующей технике и технологии рубок, назначив древостой в рубку, можно сразу исключать 30 % ликвида из общего объема заготовки. Эта древесина все равно будет потеряна. По данным таблицы 30 объем «брошенной» на лесосеке древесины составляет 42,8 тыс.м<sup>3</sup>. Это недорубы, поломанная древесина, вывернутые с корнем деревья и т. д. Данные цифры свидетельствуют о низком уровне культуры освоения лесосеки и существенных резервах совершенствования системы лесопользования.

В систематизированном виде отходы лесозаготовок показаны в таблице 14.

Таблица 14 - Расчет объема отходов от лесозаготовок

| Показатели   | Норма отхода, % | Объем отходов, тыс.м <sup>3</sup> |
|--------------|-----------------|-----------------------------------|
| Отходы       | 14,5            | 14,48                             |
| В том числе: |                 |                                   |
| Сучья        | 7               | 6,99                              |
| Ветви        | 6,4             | 6,39                              |
| Вершины      | 1,1             | 1,1                               |

По данным этой таблицы, отходы в основном представлены сучьями, ветвями и вершинами.

Итак, расчетная лесосека составляет 161,04 тыс. м<sup>3</sup>, из них 142,65 тыс. м<sup>3</sup> приходит на заготовку древесины и 18,39 тыс. м<sup>3</sup> на рубки ухода. Из 142,65 тыс. м<sup>3</sup> сразу вычитается 30 %, поскольку эта древесина все равно остаётся на лесосеке в виде производственных отходов. Оставшиеся 70 % древесины (99,85 м<sup>3</sup>) будут вывезены на верхний склад. В этом объеме деловая древесина составляет 71,89 тыс. м<sup>3</sup>, дрова топливные – 13,48 тыс.м<sup>3</sup>. Чистые отходы в виде сучьев, ветвей и вершин (14,48 тыс. м<sup>3</sup>) – останутся на лесосеке. Вся сумма отходов, с учетом технологических потерь и древесины от рубок ухода, будет равна 75,67 тыс. м<sup>3</sup> (47%).



Таблица 15 – Таксационная характеристика участка

| Площадь, га | Состав пород | Возраст насаждений, лет | Средняя высота деревьев, м | Средний диаметр ствола, см | Класс возраста | Бонитет насаждения | Класс товарности | Полнота насаждений | Запас древесины на 1 га, м <sup>3</sup> | Общий запас, м <sup>3</sup> | Запас по породам, м <sup>3</sup> |
|-------------|--------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| 6,7         | 5Ос          | 61                      | 17                         | 16                         | 5              | 1                  | 2                | 0,8                | 160                                     | 1072                        | 536                              |
|             | 2Лп          |                         | 12                         | 12                         |                |                    |                  |                    |                                         |                             | 214,4                            |
|             | 3Б           |                         | 17                         | 18                         |                |                    |                  |                    |                                         |                             | 321,6                            |

Из таблицы 15 видно, что из 1072 м<sup>3</sup> на сортименты будет использовано только 330,2 м<sup>3</sup>, 293,8 м<sup>3</sup> – на дрова, остальные 448 м<sup>3</sup> будут сожжены или оставлены для перегнивания на лесосеке. Но этот объем низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок можно использовать на производство технологической щепы для биотоплива [9, 22, 23].

Таблица 16 – Распределение запаса древесины на лесосеке, м<sup>3</sup>

| Участок                | Объем рубки | Технологические потери древесины | Остаток древесины | Деловая древесина | Дрова топливные | Отходы (сучья, ветви, вершины) | Низкокачественная древесина и отходы |
|------------------------|-------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| 95 квартал,<br>6 выдел | 1072        | 321,6                            | 750,4             | 330,2             | 293,8           | 126,4                          | 448                                  |
| В %                    | 100         | 30                               | 100               | 44                | 39              | 17                             | 42                                   |

Производство технологической щепы чаще всего организуется на нижних складах, но возможно ее получение и непосредственно на лесосеке [17, с.67].

Для условий выбранного участка возможно два технологических решения разработки лесосеки с использованием отечественной и зарубежной техники.

Проект 1. С применением отечественной передвижной рубильной установки УРП-1, предназначенной для переработки в условиях лесосеки отходов лесозаготовок и тонкомерной низкокачественной древесины хвойных и мягколиственных пород на технологическую щепу.

В состав установки входит базовый трактор МТЗ-82, на раме которого установлен гидроманипулятор и прицепная рубильная машина дискового типа на одноосном прицепе (рисунок 4). Рубильная машина имеет наклонный диск с двумя ножами, горизонтальный патрон с подающими валками, кожух с щепопроводом для верхнего выброса щепы. Привод диска и валков осуществляется через кардан от распределительной коробки трактора. Производительность установки - 15 м<sup>3</sup> плотной массы. Она работает в паре с щеповозом [18].



Рисунок 4 - Передвижная рубильная установка УРП-1

Технологический процесс и система машин заготовки древесины и производства технологической щепы (таблица 17):

1) валка деревьев, обрезка сучьев и раскряжевка крупномерной древесины бензомоторными пилами «Shtill»; 2) трелевка трактором МТЗ-82

крупномерных хлыстов к месту их раскряжевки, тонкомерной древесины к передвижной рубильной машине УРП-1; 3) передвижная рубильная машина при помощи манипулятора захватывает деревья за вершинную часть и направляет их в рубильную машину для измельчения. Вырабатываемая щепа загружается в сменные контейнеры, которыми комплектуются автощеповозы. Разработка лесосеки (рисунок 5) производится в два приема. В первый прием заготавливается малоценная, мелкая и фаутная древесина, трелюемая к рубильной машине. Во второй прием заготавливаются оставшиеся деревья [18].

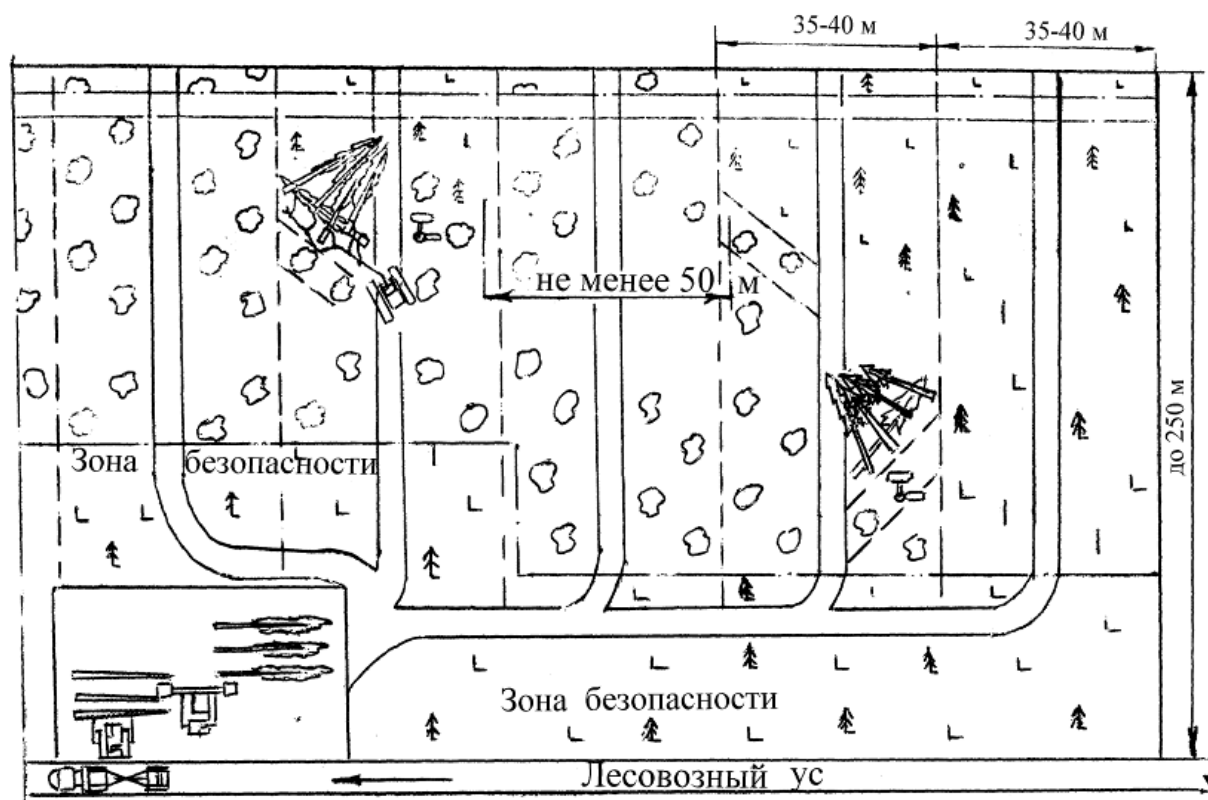


Рисунок 5 – Схема разработки лесосеки

Из РТК (таблица 17) видно, что себестоимость производства  $1\text{ м}^3$  технологической щепы составляет 440,8 руб., а себестоимость заготовки  $1\text{ м}^3$  деловой древесины – 778,9 руб.



Таблица 17 – Расчетно-технологическая карта на производство щепы при помощи УРП-1

| Наименование работ и условия их выполнения                   | Ед. Изм. | Объем работ | Состав агрегата             |        | Норма выработки | Состав исполнителей         |                    | Трудозатр  |           | Расходы на содержание и эксплуатацию машин и механизмов |                         | Тарифный разряд | Минимальная дневная ставка | Затраты на оплату труда, тыс.руб. |                        |                     |                                  | Общепроизводственные расходы, тыс.руб. (10%) | Технологическая себестоимость, тыс.руб. |
|--------------------------------------------------------------|----------|-------------|-----------------------------|--------|-----------------|-----------------------------|--------------------|------------|-----------|---------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                                              |          |             | Машины и механизмы          | Орудия |                 | Специальность               | Количество рабочих | Маш. - см. | Чел.-дней | На 1 маш.-см.                                           | На всю работу, тыс.руб. |                 |                            | Минимальный фонд оплаты           | Доплаты и премии (75%) | Общий фонд зарплаты | Отчисления на соц. нужды (35,6%) |                                              |                                         |
| 1                                                            | 2        | 3           | 4                           | 5      | 6               | 7                           | 8                  | 9          | 10        | 11                                                      | 12                      | 13              | 14                         | 15                                | 16                     | 17                  | 18                               | 19                                           | 20                                      |
| 1.Валка деревьев                                             | м³       | 1072        | Бензомоторная пила «Shtill» | -      | 54,9            | Вальщик леса                | 1                  | -          | 19,5      | 658,91                                                  | 12848,5                 | 8               | 883,23                     | 17222,0                           | 12917,2                | 30140,2             | 7898,7                           | 7081                                         | 90745,1                                 |
|                                                              |          |             |                             |        |                 | Помошник вальщика           | 1                  | -          | 19,5      |                                                         |                         | 6               | 761,12                     | 14841,8                           | 11131,4                | 25973,2             | 6805,0                           |                                              |                                         |
| 2.Обрезка сучьев и вершин у крупномерной древесины           | м³       | 750,4       | Бензомоторная пила «Shtill» | -      | 15              | Обрубщик сучьев             | 1                  | -          | 50        | 658,91                                                  | 32963                   | 5               | 691,93                     | 34596,5                           | 25947,4                | 60543,9             | 15862,5                          | 7640,6                                       | 117010                                  |
| 3.Трелевка крупномерных хлыстов                              | м³       | 622,8       | МТЗ-82                      | -      | 23,6            | Тракторист на трелевке леса | 1                  | 26,4       | 26,4      | 4794                                                    | 126512,8                | 8               | 883,23                     | 23317,3                           | 17487,9                | 40805,2             | 10691                            | 9587,3                                       | 231,973                                 |
|                                                              |          |             |                             |        |                 | Чокеровщик                  | 1                  | 26,4       | 26,4      |                                                         |                         | 6               | 761,12                     | 20093,6                           | 15070,2                | 35163,8             | 9212,9                           |                                              |                                         |
| 4.Раскряжевка крупномерных хлыстов на 6-метровые сортименты  | м³       | 622,8       | Бензомоторная пила «Shtill» | -      | 34,4            | Раскряжевщик-разметчик      | 1                  | -          | 18,1      | 658,9                                                   | 11929,1                 | 6               | 761,12                     | 13777,7                           | 10333,3                | 24111               | 6317,1                           | 3042,8                                       | 45400                                   |
| 5.Трелевка малоценной древесины и отходов к рубильной машине | м³       | 449,2       | МТЗ-82                      | -      | 23,6            | Тракторист на трелевке леса | 1                  | 19         | 19        | 4794                                                    | 91248,5                 | 8               | 883,23                     | 16781,4                           | 12586                  | 29367,4             | 7694,3                           | 6899,9                                       | 167147,9                                |
|                                                              |          |             |                             |        |                 | Чокеровщик                  | 1                  | 19         | 19        |                                                         |                         | 6               | 761,12                     | 14461,3                           | 10846                  | 25307,3             | 6630,5                           |                                              |                                         |
| 6.Производство щепы на рубильной машине                      | м³       | 449,2       | МТЗ-82                      | УРП-1  | 105             | Тракторист-машинист         | 1                  | 4,3        | 4,3       | 5059,7                                                  | 21645,9                 | 8               | 883,23                     | 3797,9                            | 2848,4                 | 6646,3              | 1741,3                           | 838,8                                        | 30872,3                                 |
| <b>Итого:</b>                                                | -        | -           | -                           | -      | -               | -                           | -                  | -          | -         | <b>16624,42</b>                                         | <b>297147,8</b>         | -               | <b>7269,33</b>             | <b>158889,5</b>                   | <b>119167,1</b>        | <b>278056,6</b>     | <b>72850,8</b>                   | <b>35091</b>                                 | <b>683145,9</b>                         |

Проект 2. Производство топливной щепы с помощью лесного комбайна с харвестерной головкой [17, 20]. Комбайн выполняет весь комплекс работ от валки леса до производства щепы (рисунок 6).

| Место работы<br>Этапы технологии                   | Лесосека                                                                          | Трелевочный<br>волок                                                               | Лесная<br>дорога/<br>погрузочный<br>пункт                                           | Потребитель<br>щепы |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Валка леса/<br>рубка щепы                          |  |                                                                                    |                                                                                     |                     |
| Транспортировка<br>щепы к погрузоч-<br>ному пункту |                                                                                   |  |                                                                                     |                     |
| Транспорт щепы<br>потребителю                      |                                                                                   |                                                                                    |  |                     |

Рисунок 6 –Схема работы лесного комбайна с харвестерной головкой

Комбайн оборудован валочной головкой с ножницами, имеющими гидравлический привод. Головка смонтирована на стреле гидроманипулятора с вылетом до 9,5 м. Максимальный диаметр срезаемого дерева 25 см для мягколиственных пород и 20 см для твердолиственных пород. Комбайн в режиме харвестера работает только на трелевочных волоках, срезая деревья и направляя их к рубильной машине. Приемное устройство рубильной машины расположено в передней части комбайна (рисунок 7).

Подготовка трелевочного волока и выборочные рубки могут быть проведены за один проход или поэтапно (первый шаг: прореживание). Древесная щепа подается по пневмопроводу в бункер объемом 20 м<sup>3</sup> и доставляется к съемному контейнеру на погрузочный пункт (рисунок 8).



Рисунок 7 – Лесной комбайн с харвестерной головкой (приемное устройство)



Рисунок 8 – Лесной комбайн с харвестерной головкой  
(доставка контейнера на погрузочный пункт)



Щепа перегружается из бункера в контейнер благодаря инновационной системе разгрузки, которая состоит из подъемного механизма в виде ножниц и обеспечивает подъем бункера на высоту до 3,6 м. [22].

После подъема и поворота бункера к контейнеру, щепа разгружается скребковым транспортером (рисунок 9). Гибкость этой системы обеспечивает загрузку щепы из бункера в любой вид транспорта. Оператор управляет комбайном из просторной, кондиционируемой кабины с эргономичным вращающимся креслом, с камерой заднего вида.



Рисунок 9 – Лесной комбайн с харвестерной головкой (разгрузка щепы)

В комбайне нашли применение все требования экологии. Он способен работать на биотопливе.

Себестоимость производства  $1\text{ м}^3$  топливной щепы при рубках ухода с помощью лесного комбайна составляет 106,2 руб. (таблица 18).

Таблица 18 - Расчетно-технологическая карта на производство технологической щепы при помощи лесного комбайна

| Наименование работ и условия их выполнения                              | Ед. Изм.       | Объем работ | Состав агрегата                        |        | Норма выработки | Состав исполнителей      |                    | Трудозатраты |           | Расходы на содержание и эксплуатацию машин и механизмов |                          | Тарифный разряд | Минимальная дневная ставка | Затраты на оплату труда, тыс. руб. |                        |                     |                                   | Общепроизводственные расходы, тыс. руб. (10%) | Технологическая себестоимость, тыс. руб. |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|----------------------------------------|--------|-----------------|--------------------------|--------------------|--------------|-----------|---------------------------------------------------------|--------------------------|-----------------|----------------------------|------------------------------------|------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|
|                                                                         |                |             | Машины и механизмы                     | Орудия |                 | Специальность            | Количество рабочих | Маш.-см.     | Чел.-дней | На 1 маш.-см.                                           | На всю работу, тыс. руб. |                 |                            | Минимальный фонд оплаты            | Доплаты и премии (75%) | Общий фонд зарплаты | Отчисления на соц. нужды, (26,2%) |                                               |                                          |
| 1                                                                       | 2              | 3           | 4                                      | 5      | 6               | 7                        | 8                  | 9            | 10        | 11                                                      | 12                       | 13              | 14                         | 15                                 | 16                     | 17                  | 18                                | 23                                            | 24                                       |
| Валка тонкомерной древесины с последующей её переработкой на щепу (56%) | м <sup>3</sup> | 63          | Лесной комбайн с харвестерной головкой | -      | 140             | Тракторист на валке леса | 1                  | 4,5          | 4,5       | 12736,2                                                 | 58031,6                  | 8               | 883,23                     | 3974,5                             | 2980,9                 | 6955,4              | 1822,3                            | 877,8                                         | 67687,1                                  |
| <b>Итого:</b>                                                           | -              | -           | -                                      | -      | -               | -                        | -                  | -            | -         | 12736,2                                                 | 58031,6                  | -               | 883,23                     | 3974,5                             | 2980,9                 | 6955,4              | 1822,3                            | 877,8                                         | 67687,1                                  |

### 3.2 Технология брикетирования древесины

В основе технологии производства древесных топливных брикетов лежит процесс прессования мелко измельченных отходов древесины (опилок, щепы, коры). Брикет имеет цилиндрическую или прямоугольную форму и вес от 500 граммов до 2 кг (рисунок 10). Брикеты, как и дрова, подаются в печь в основном вручную [13].

Преимущества древесных топливных брикетов в сравнении с другими видами твердого топлива [16]: теплотворная способность брикетов 4,5–5,0 кВт•ч/кг (выше, чем у дров). Топливные брикеты горят с минимальным количеством дыма, не «стреляют» и не искрят; длительная продолжительность горения брикетов (закладку в печь можно производить в несколько раз реже, чем дрова); постоянная температура на всем протяжении горения древесных брикетов; низкая зольность (0,5–1,0%). После сгорания топливных брикетов остается пепел, а не угли; к сырью для производства брикетов нет таких жестких требований, как к пеллетному (в частности, по содержанию коры).

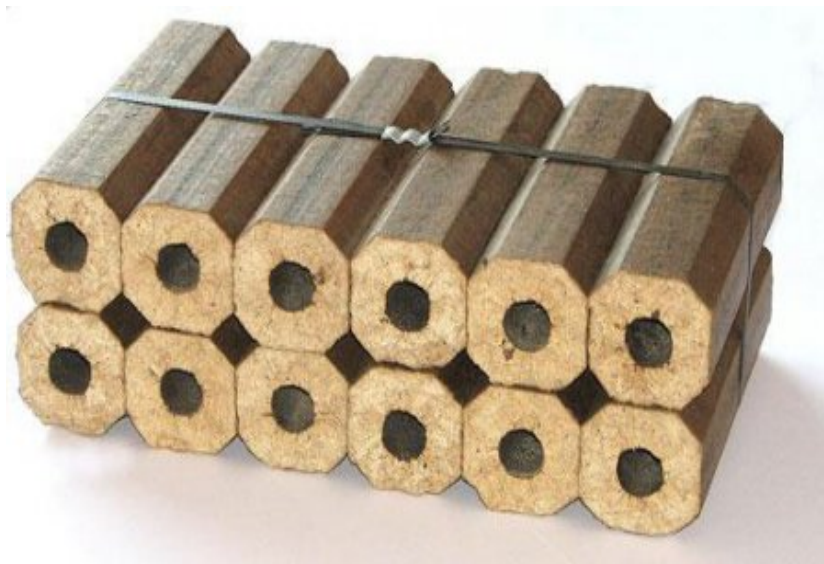


Рисунок 10 – Древесные топливные брикеты

В настоящее время на рынке имеются линии по производству древесных топливных брикетов производительностью от 200 до 1500 кг/ч. Схема линии по производству топливных брикет представлена на рисунке 11.

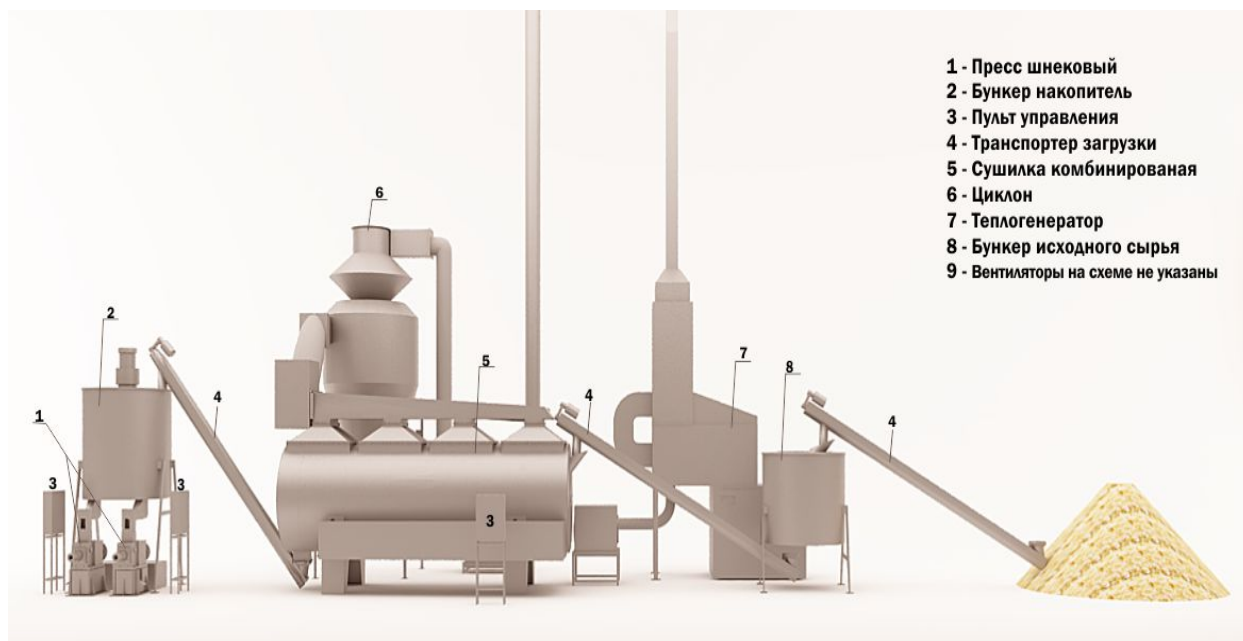


Рисунок 11 – Схема линии по производству топливных брикетов

Этапы технологического процесса:

- 1) Сырые опилки и предварительно измельченные древесные отходы складироваться насыпью под крышей.
- 2) С приемного шнека и ленточного транспортера сырой материал поступает в сортировщик, а затем в приемочный бункер барабанной сушилки.
- 3) Поступление материала в сушилку регулируется в зависимости от изначально заданной температуры суши.
- 4) Из сушилки сухой материал поступает в бункер брикетирующего пресса.
- 5) Отпрессованные брикеты по трубопроводу подаются из пресса к участку упаковки, где с помощью упаковочного полуавтомата упаковываются в пакеты по 10-40 кг, и с помощью обслуживающего персонала укладываются на поддоны [16].

### 3.3 Экономическое обоснование проектируемых мероприятий

Экономическое обоснование проекта заключается в сравнении двух технологий производства технологической щепы (таблица 19) для изготовления топливных брикетов и получении экономического эффекта от их использования.

Таблица 19 – Сравнительная характеристика технологий производства щепы с использованием УРП-1 и лесного комбайна

| Наименование характеристики                                            | УРП-1 на базе МТЗ-82 | Лесной комбайн |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------|
| Производительность, м <sup>3</sup> /ч                                  | 15,0                 | 20,0           |
| Себестоимость производства 1 м <sup>3</sup> технологической щепы, руб. | 440,8                | 106,2          |
| Балансовая стоимость оборудования, руб.                                | 1 180 000            | 8 000 000      |

Из приведенных характеристик видно, что наиболее выгодно применять технологию на основе лесного комбайна.

С экономической точки зрения комбайн обладает преимуществами по сравнению с установкой УРП-1:

- Комбинация технологических шагов (валка/подача деревьев к рубильной машине/рубка на щепу/ транспортировка щепы по лесосеке/ разгрузка) позволяет достичь высокого эффекта рационализации.
- Данная машинная конфигурация значительно снижает время на переезды и время на разгрузку по сравнению с обычными мобильными рубильными машинами.
- Трелевочные волокна могут быть подготовлены в молодых насаждениях в возрасте рубок ухода.
- Эта технология основана на системе из одной машины и требует минимум дополнительного оборудования и поэтому не требует организационных усилий [20].



- Себестоимость производства 1м<sup>3</sup>топливной щепы с помощью лесного комбайна составляет 106,2 руб. (таблица 19), что в 4 раза меньше, чем при производстве щепы с помощью УРП-1.

Применительно к общему объему ежегодно образующихся в Инзенском лесничестве отходов лесозаготовок (75 670м<sup>3</sup>) выбрана линия для производства брикетов производительностью 1500 кг/час.

Стандартная линия фирмы MasCorp, совместного китайско-российского производства,NBL– 1500 имеет следующие технические характеристики, представленные в таблице 20[18], а затраты на капитальные вложения на покупку, доставку и установку линии - в таблице 21.

Таблица 20 – Технические характеристики брикетной линии NBL-1500

| Наименование                    | Характеристика                                         |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Допустимое сырьё                | Опил, щепы, ветки и прочие отходы                      |
| Допустимая влажность сырья      | 8 - 40 %                                               |
| Допустимая фракция сырья        | До 50 мм в диаметре                                    |
| Максимальная производительность | До 1500 кг/ч по опилу                                  |
| Требуемая мощность              | 99 кВт                                                 |
| Количество работников           | 2 рабочих + 1 инженер + 1 кладовщик                    |
| Требования к помещению          | 300, высота потолков 4,5 м                             |
| Требования к температуре        | > +5°C                                                 |
| Оборудование                    | Дробилка, сушилка, шнековый транспортёр, ударный пресс |
| Цена линии                      | 5 080 000 руб.                                         |

Таблица 21 – Капитальные затраты на покупку, доставку и установку линии для производства брикетов NBL-1500

| Показатели                            | Затраты, руб. |
|---------------------------------------|---------------|
| Линия по производству брикетов        | 5 080 000     |
| Расходы на доставку оборудования (3%) | 152 400       |
| Монтаж производственной линии (5%)    | 254 000       |
| Итого:                                | 5 486 400     |

В расчет принимаем продолжительность рабочей смены - 8 ч; рабочий день предлагается разделить на 3 смены. Отсюда получаем выработку брикетной линии: за смену- 12 т; за день- 36 т; за месяц- 864 т; за год - 10 368 т. Себестоимость производства брикетов складывается из затрат на сырье, электроэнергию, зарплаты рабочих и прочих затрат (таблица 22).

Таблица 22 - Себестоимость производства брикетов

| Наименование затрат             | Себестоимость за 1 месяц, руб. | Себестоимость за 1 год, руб. | Себестоимость за 1 тонну, руб. |
|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Сырьё                           | 688 176                        | 8 258 112                    | 796,5                          |
| Доставка сырья                  | 28175                          | 338100                       | 32,6                           |
| Электроэнергия                  | 64 627,2                       | 775 526,4                    | 74,8                           |
| Оплата труда                    | 212 162,7                      | 1 453 952,4                  | 140,2                          |
| Отчисления на социальные нужды  | 67 892,1                       | 814 704,8                    | 78,6                           |
| Амортизационные отчисления      | 42 330                         | 508 000                      | 49                             |
| Прочие затраты                  | 110 336,3                      | 1 324 035,6                  | 178,3                          |
| Производственная себестоимость  | 1 694 943,8                    | 20 339 325,6                 | 1 961,7                        |
| Торгово-коммерческие расходы    | 135 595,5                      | 1 627 146,05                 | 156,9                          |
| Возврат кредита                 | 1404833,3                      | 16 858 000                   | 1625,9                         |
| Полная себестоимость            | 1 830 539,3                    | 21 966 471,6                 | 2118,7                         |
| Выручка от реализации продукции | 5 184 000                      | 62 208 000                   | 6 000                          |
| Чистая прибыль                  | 16 045 831                     |                              |                                |
| Рентабельность производства, %  | 41,3                           |                              |                                |

Для производства 1т брикет требуется 7,5 м<sup>3</sup> технологической щепы естественной влажности. Стоимость сырья составляет 106,2 руб. за 1 м<sup>3</sup>. Себестоимость 1 т сырья составляет 796,5 руб., для годового производства – 8 258 112 руб.

Оптовая цена за 1 т топливных брикетов сложилась на рынке в среднем 6 000 руб. [22]. При этом месячная выручка цеха составит 5 5184 000 руб., годовая – 62 208 тыс. руб. Полученные данные представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Объем производства и выручка от реализации брикетов

| Наименование продукции | Дневная выработка, т | Годовой объем производства, т | Цена 1 т брикет, руб. | Выручка от реализации за 1 год, тыс.руб. |
|------------------------|----------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------------------------|
| Брикеты                | 36                   | 10 368                        | 6 000                 | 62 208                                   |

После уплаты всех налогов чистая прибыль составит 16 045 831 руб., она остается в распоряжении производителя. Рентабельность производства топливных брикетов составляет 41,1 %, что по меркам бизнеса, основанного на переработке отходов – достаточно высокий результат. В таблице 24 представлен расчет окупаемости бизнеса по производству брикет.

Таблица 24– Расчет окупаемости бизнеса по производству брикетов

| Показатели                                                | Сумма, руб. |
|-----------------------------------------------------------|-------------|
| Чистая прибыль                                            | 16 045 831  |
| Капитальные вложения                                      | 13 486 400  |
| Капитальные вложения с учетом банковских процентов (25 %) | 16 858 000  |
| Окупаемость, лет                                          | 1,05        |

Срок окупаемости бизнеса по производству топливных брикетов составляет чуть больше 1 года. Линия рассчитана на длительное пользование и большие объемы производства, что предполагает полное использование низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок в Инзенском лесничестве Ульяновской области.

## Выводы и предложения

1. Анализ показал, что одной из основных проблем лесного комплекса России в целом и Инзенского лесничества в частности, является недоиспользование расчетной лесосеки по мягколиственному хозяйству и большое количество низкотоварной древесины и отходов лесозаготовок, которые не находят применения. Организация переработки такой древесины в местах ее образования позволит получить дополнительную продукцию, увеличить занятость местного населения, налогооблагаемую базу, повысить эффективность лесной отрасли, уменьшить негативное влияние на лес.

2. К перспективным направлениям использования низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок относится выпуск различных видов биотоплива (пеллет, брикетов, биомазута, биодизеля, биогаза).

3. Общий запас древесины в Инзенском лесничестве составляет 12184,2 тыс. м<sup>3</sup>. Ежегодная расчетная лесосека позволяет заготовить 161, 04 тыс. м<sup>3</sup>. Неотъемлемой частью процесса лесозаготовок является образование отходов. В лесничестве определен объем низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок в размере 65,67 тыс. м<sup>3</sup> (47 %) ежегодно.

4. Состав древостоя и условия производства на территории лесничества позволяют использовать низкокачественное сырье и древесные отходы на производство технологической щепы непосредственно на лесосеке с последующим ее брикетированием. Предложен проект производства щепы с применением отечественной и зарубежной техники.

5. Экономическую эффективность проектируемых мероприятий подтверждает рентабельность производства технологической щепы и брикетов - 41,3%, окупаемость капитальных вложений ожидается через 1 год.

### Список использованных источников

1. Анучин Н. П. Сортиментные и товарные таблицы. - М.: Лесная промышленность, 1981.-536 с.
2. Бегунков О.И., Выводцев Н.В. Использование низкотоварной древесины и отходов лесопромышленного производства: практическое руководство. - Хабаровск: Издательство Хабаровского государственного технического университета, 2013. - 132 с.
3. Вальщиков Н.М. Рубильные машины. Проектирование и расчет/ Н.М. Вальщиков. – Л.: Машиностроение, 1970. – 328 с.
4. Виногоров Г.К. Технология лесозаготовок: Учебник, 2009. - С.254- 230.
5. Галактионов О.Н. Метод линейных пересечений при оценке объемов отходов лесозаготовок, «Лесной журнал», 2008г, № 5.
6. ГОСТ 15815-83 Щепа технологическая. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 2003. - 18 с.
7. Древесные топливные брикеты, [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.coswick.by/novosti/brikety>
8. Иванов В.А., Вовченко Н.Д. Самоходное и прицепное оборудование для измельчения древесины, [Электронный ресурс]/ Режим доступа: [http://brstu.ru/static/unit/journal\\_smt/docs/number1/34-36.pdf](http://brstu.ru/static/unit/journal_smt/docs/number1/34-36.pdf)
9. Использование отходов древесины, [Электронный ресурс]/ Режим доступа [http://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00010114\\_0.html](http://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00010114_0.html)
10. Карпачев С.П., Щербаков Е.Н., Грачев И.А. Производство топливной щепы с помощью лесного комбайна с харвестерной головкой. [Электронный ресурс]/ Режим доступа: [http://www.lesopromyshlennik.ru/bioenergia/lz\\_germ6.html](http://www.lesopromyshlennik.ru/bioenergia/lz_germ6.html).
11. Коперин Ф.И. Использование низкокачественной древесины и отходов лесозаготовок, М.: Лесн. Пром-сть, 2010, 248 с.
12. Коробов В.В. Пневматический транспорт и погрузка технологической щепы, М.: Лесная промышленность, 2004. - 176 с.
13. Кузнецов Р.Е. Пути использования низкосортной древесины, журнал

- «Тракторы и сельскохозяйственные машины», 2004. - №11.
14. Лесохозяйственный регламент Инзенского лесничества Министерства лесного хозяйства, природопользования и экологии Ульяновской области. Ульяновск, 2012.
  15. ЛеЧунгХиеу. Расчет объема производства и использования низкокачественной древесины, дров и отходов. С-Пб.: «Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии», С.240, [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://spbftu.ru/izvestia/archive/index.php?lang=rus>
  16. Лобовиков Т.С. Экономика комплексного использования древесины, М.: Лесн. Пром-сть, 1976, 168 с.
  17. Методы оценки ресурсов древесных отходов, [Электронный ресурс]/ Режим доступа: [http://studopedia.ru/3\\_87806](http://studopedia.ru/3_87806)
  18. Михайлов Г. М. Пути улучшения использования вторичного древесного сырья, М.: Лесн. Пром-сть, 1988, 224 с.
  19. Никишов В.Д. Комплексное использование древесины. М.: Издательство «Лесная промышленность», 1985.
  20. «Переработка низкокачественной древесины и отходов лесозаготовительного производства», 2008 г. [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://nashaucheba.ru/v4921/>
  21. Производство топливных брикет из отходов древесины, [Электронный ресурс]/ Режим доступа: [http://torson-auto.ru/proizvodstvo\\_toplivnyh\\_](http://torson-auto.ru/proizvodstvo_toplivnyh_)
  22. Таксационные описания Инзенского лесничества.
  23. Технология производства разных видов биотоплива. [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://ru-bio.ukrbio.com/ru/articles/2346/>
  24. Топливные брикеты в Ульяновске, цены, [Электронный ресурс]/ Режим доступа: [http://ulyanovsk.webprorab.com/offersCat769-Pellety\\_toplivnye\\_brikety/](http://ulyanovsk.webprorab.com/offersCat769-Pellety_toplivnye_brikety/)
  25. Топливные древесные брикеты как альтернатива другим видам твердого топлива. [Электронный ресурс]/ Режим доступа: <http://www.lesprominform.ru/jarchive/articles/itemshow/2021>